



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Class TL 545

Book .I 3

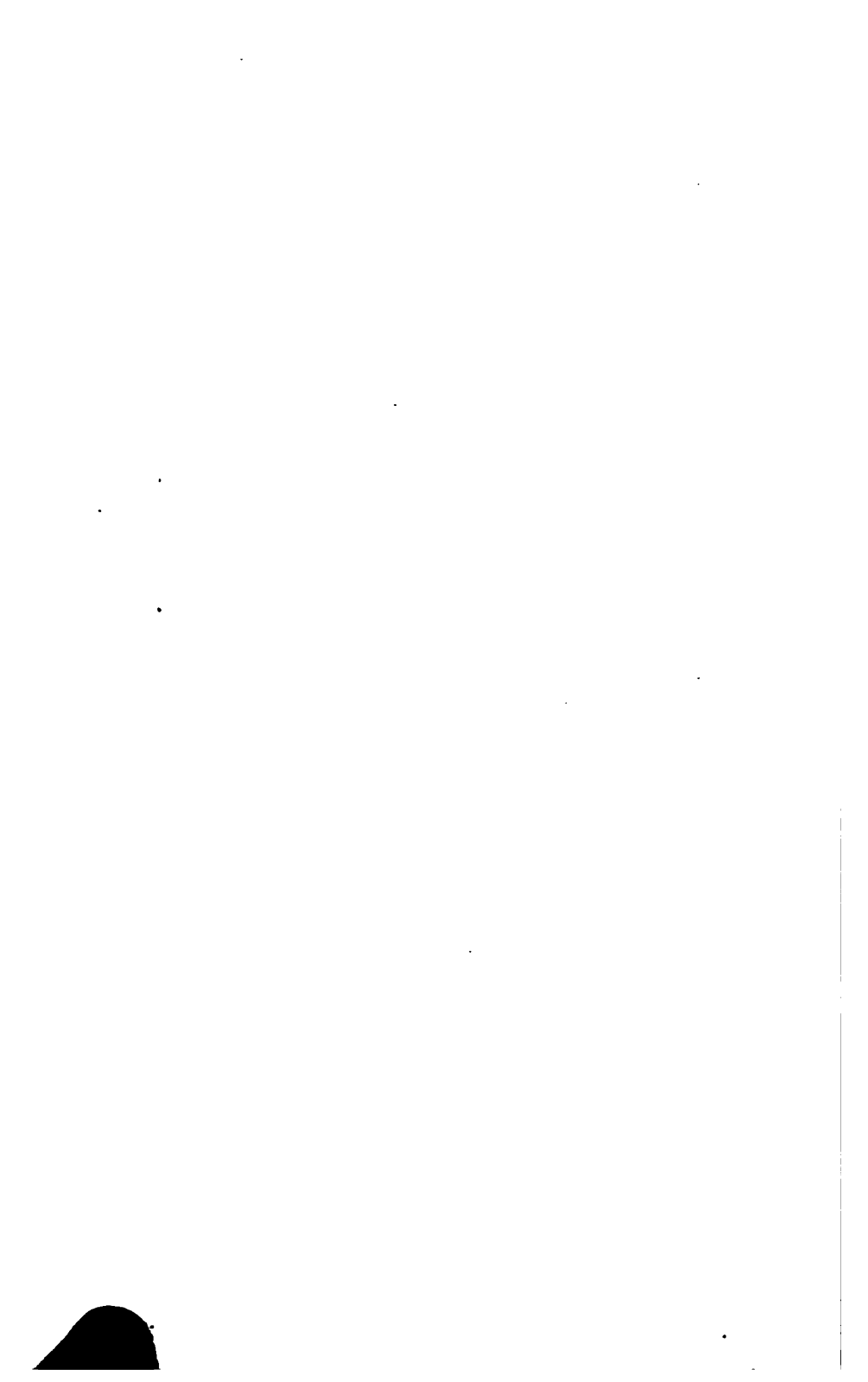
Copyright N°

COPYRIGHT DEPOSIT.







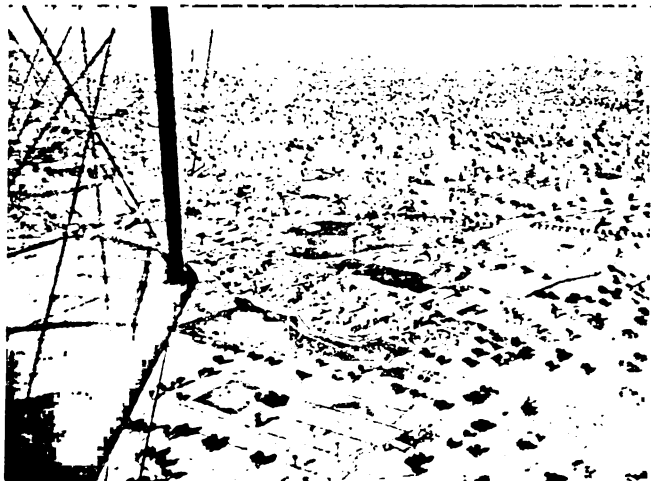


JEAN DARGON

L'Aviation de Demain

Son Avenir Industriel et Commercial

Avec 46 gravures dans le texte et hors texte



BERGER-LEVRAULT, PARIS-NANCY



756
1145


L'Aviation de Demain

Le manuscrit de cet ouvrage a été remis aux Éditeurs en janvier 1918. Seules, les difficultés actuelles d'impression en ont retardé jusqu'à ce jour la parution. L'intérêt du livre n'en est d'ailleurs diminué en rien.

LES ÉDITEURS.

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation
réservés pour tous pays.

Copyright by Berger-Levrault 1918.

MAY -5 1919 

JEAN DARGON

"

no.

L'Aviation de Demain

Son Avenir Industriel et Commercial

PRÉFACE DE M. ÉTIENNE LAMY

DE L'ACADÉMIE FRANÇAISE

AVEC 46 GRAVURES DANS LE TEXTE ET HORS TEXTE

L'Aviation avant la guerre était un sport;
L'Aviation pendant la guerre aura été une arme;
L'Aviation après la guerre sera une industrie de transport.
D'AVIGNON.



BERGER-LEVRAULT, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS

5-7, RUE DES BEAUX-ARTS

NANCY

RUE DES GLACIS, 18

1919

-TL545
13

DECLASSIFIED 160540

AU BARON D'AUBIGNY

DÉPUTÉ

PRÉSIDENT DE LA COMMISSION INTERMINISTÉRIELLE

DE L'AÉRONAUTIQUE CIVILE

VICE-PRÉSIDENT DE LA COMMISSION DE L'ARMÉE

Hommage respectueux de l'auteur.

J. D.





PRÉFACE

« L'aviation avant la guerre était un sport. L'aviation pendant la guerre aura été une arme. L'aviation après la guerre sera une industrie de transport. » Ainsi disait il y a un an M. le député d'Aubigny, un des parlementaires qui pensent quand ils parlent et par la parole servent l'action. Il a enfermé dans la formule la plus brève, la plus nette et la plus exacte, le passé, le présent et l'avenir de la plus jeune parmi les plus grandes découvertes.

L'homme n'a jamais mesuré ses souhaits à son pouvoir de les accomplir. C'est la hantise de son cerveau par des espoirs encore inaccessibles qui excite son génie pratique, et toutes les inventions furent d'abord des rêves. Voler comme l'oiseau, agrandir des profondeurs célestes le domaine de l'homme fut une des antiques ambitions qui défiaient notre impuissance. Les poètes de l'imagination, les premiers, symbolisèrent en Icare et ses ailes de cire les audaces et les chutes de l'ignorance aventureuse. Les poètes de la science vinrent ensuite, tel Léonard de Vinci, et dessinèrent des appareils volants, mais à une époque où manquait la force motrice dont ces appareils ont besoin. Quand de l'alchimie la chimie se dégage, les analyses de laboratoire étudient l'atmosphère, isolent

l'hydrogène, et, dans le laboratoire toujours ouvert de la nature, les colonnes de fumée qui montent partout où un foyer s'allume suffisent à démontrer la force ascensionnelle de l'air chaud dans l'air froid.

Gonflés de fumée ou d'hydrogène, les « moins lourds que l'air », montgolfières ou ballons, avaient porté l'homme, avant la fin du dix-huitième siècle, aux altitudes jusque-là interdites. Mais ils s'y élevaient, ils ne s'y dirigeaient pas, et, jouets inertes des courants et des calmes, semblaient réduits, pour se mouvoir, à se rendre familier et secourable ce qu'il y a de régulier dans cette respiration des espaces, quand, au dernier quart du dix-neuvième siècle, les moteurs à explosion, après avoir résolu le problème de la marche automobile sur routes, furent essayés au vol dans l'atmosphère. Le plus simple semble d'abord de compléter les « moins lourds que l'air » par des hélices qui, obéissant à ce moteur et se vissant dans la fluidité de l'éther comme les hélices nautiques dans la fluidité de l'eau, propulseraient les ballons soutenus par leur propre légèreté. Mais leur masse même les rend peu dirigeables; la prise du vent sur leurs surfaces gonflées leur permet mal de lutter contre lui soit en marche, soit en station, et la flamme du moteur, si près d'un gaz explosible, offre un danger continu. Entre les deux risques d'être emportés par la tempête ou détruits par le feu, leur existence précaire n'était, pour ces condamnés, qu'un sursis d'exécution.

L'avenir, fermé par ces obstacles, s'ouvrait dans une voie qui semblait un paradoxe par l'emploi des « plus lourds que l'air ». L'obus au sortir du canon se soutient dans l'air, projeté par une force d'impulsion supérieure

à la force de pesanteur qui le sollicite de tomber. Muni d'un moteur assez puissant, tout appareil de vol devient ce projectile, un projectile qui, au lieu d'être soutenu seulement par l'énergie initiale et décroissante de la charge, est accompagné dans tout son trajet par la puissance renouvelée de l'hélice. Dès lors, l'architecture aérienne se devait de donner au projectile les formes les mieux connues pour accroître la docilité au gouvernail, la stabilité contre le vent, la lenteur de chute; mais l'essentiel du problème était indépendant de ces recherches et résolu en dehors d'elles, puisque les déficiences mêmes des formes pouvaient être compensées par la puissance du moteur.

Dès 1897, l'avion, comme l'enfant qui vient de naître, avait reçu son corps malhabile encore à le porter et son nom définitif : il devait l'un et l'autre au Français Ader.

En 1908, l'enfant faisait les premiers pas, guidé par l'Américain Wright, et l'on tenait pour un prodige qu'il fit sans prendre terre un ou deux tours de piste au camp d'Auvours. L'année suivante, la traversée de la Manche valait à Blériot la gloire.

La guerre de 1914 surprit l'avion dans ce travail commençant. Elle trouva des intelligences moins prêtes encore que les machines : l'esprit comme le corps vit d'habitudes. Les armées ne comptaient que sur les moyens éprouvés de combattre : dans l'aviation elles voyaient plus un tour de force qu'une force. D'elle les moins sceptiques attendaient quelque aide de surprise, mais pas de concours régulier. Surtout personne n'aurait aux aventuriers de l'air une part continue, dis-

plinée, autonome, décisive dans le gain des batailles ou le sort de la guerre, la pauvreté de l'attente et la pauvreté de l'instrument se justifiant l'une par l'autre. Le personnel des pilotes était un peu mêlé, disparate, leurs émulations parfois théâtrales, leurs effectifs partout minuscules. Les avions étaient au nombre de 138 et de types disparates. Les plus aptes à l'ascension atteignaient à peine 3.000 mètres de hauteur. Les plus rapides pouvaient développer à l'heure une vitesse de 120 kilomètres; ceux qui portaient, outre le pilote, 300 kilos, n'atteignaient pas le 90. L'usure très rapide des moteurs et leurs pannes enlevaient, à cette lenteur, la sécurité.

De cette découverte la paix avait été le berceau, la guerre fut l'école. L'urgence de prendre l'avantage sur l'ennemi a mis chaque ouvrier et chaque soldat de la nouvelle arme en demeure de rendre meilleurs l'arme et lui-même. Des actes d'énergie héroïque ont donné à l'aviation le prestige qu'on croyait supérieur à elle. La hiérarchie et la solidarité ont contenu le goût indiscipliné de la gloire égoïste, et de plus en plus une distinction rationnelle s'opérait entre trois emplois du vol aérien : le travail de reconnaissance destiné à renseigner sur les mouvements et les arrêts et les desseins de l'adversaire, le travail de bombardement destiné à détruire ou à troubler les préparatifs ennemis, et le travail de chasse nécessaire pour protéger ces incursions et interdire à l'aviation ennemie les vols sur les territoires qu'elle voudrait observer ou attaquer à son tour. Des qualités caractéristiques et différentes étaient demandées à ces appareils, c'est-à-dire qu'on y sacrifiait, suivant leur destination, les perfections les moins nécessaires aux plus essentielles.

Les essentielles étaient, pour le bombardement, la puissance portante ; pour l'observation, la meilleure visibilité et le plus grand écart de vitesse ; pour la chasse, la rapidité d'ascension et de translation horizontale, car la meilleure chance d'atteindre l'adversaire ou de lui échapper est à l'avion le plus soudain en ses changements d'altitude.

Ces transformations ont été communes aux belligérants ; chacun a suivi le même chemin, d'une allure de plus en plus hâtive et que précipitait la course des autres. En France, le budget de l'aviation était, en 1914, de 47 millions ; il s'est élevé, en 1917, à plus de 342 millions ; cette somme devait nous assurer le 1^{er} avril 1918 plus de 5.000 avions, elle ne nous en a pas même donné 3.500. Plus de 35 % d'écart entre les prévisions et les résultats ont payé les mauvaises méthodes du travail. Néanmoins, que l'on compare cette insuffisance à celle d'avant la guerre, et ces 3.500 avions de 1918 aux 138 avions de 1914, notre grand retard sur nos espérances est une grande avance sur le passé ! Et plus que le nombre c'est la valeur des machines qui fait la différence. Les avions de bombardement portent maintenant au lieu de 300 kilos une ou deux tonnes d'explosifs, six fois le poids d'il y a quatre ans et à la vitesse de 140 kilomètres, supérieure à celle que fournissaient alors les avions les plus rapides. Ceux-ci atteignent presque 250 kilomètres à l'heure. Les avions de chasse s'élèvent à 5.000 mètres en un quart d'heure. Ces appareils l'emportent autant sur leurs aînés par la solidité que par la puissance. Et le maître de cette puissance — le moteur — est devenu lui aussi robuste. Quelques

heures de service suffisaient naguère à le mettre hors d'usage : il survit maintenant à 400 heures d'activité. Au train de 100 à 200 kilomètres à l'heure, il parcourt 40.000 à 80.000 kilomètres, soit une ou deux fois le tour de la terre.

Sept ans séparent le jour où Wright, après avoir lancé de haut dans l'espace une machine impuissante à s'élever même du sol, étonnait le monde pour avoir parcouru sans arrêt quelques kilomètres, et le jour de 1917 où quelques heures suffisaient au pilote de Beauchamp pour aller, d'un vol, de France à Munich, et descendre en Italie. Quelle invention, en un délai si court, passa de la naissance aveugle et des gestes maladroits à une si puissante force ?

*
* *

Cette maîtrise de l'air obtenue par nos soldats ouvrait à l'homme un trop vaste domaine pour qu'il dominât seulement les champs de bataille et que l'aviation, comme la première machine de Wright au camp d'Avours, accomplît tout son cycle sur des terrains de servitude militaire. D'autres espaces et d'autres destinées l'attendent qui attirent dès maintenant notre génération. La cure atroce et nécessaire à laquelle tous les peuples sont appelés, où ils sacrifient toutes les joies du présent pour défendre les droits de l'avenir, la contraint à accumuler les ruines. Mais, autant elle persévère autant elle souffre. Et pour ne pas perdre le courage de ses sacrifices, elle évoque l'espérance des réparations qu'ils préparent, le spectacle du monde vivifié par le génie pacifique et rendu

enfin aux victoires sans victimes. Or, les progrès de la société, avant la guerre, avaient un caractère général : leur régulière accélération et le triomphe des changements qui font vivre plus vite. Locomotive, automobile, télégraphe, téléphone, les découvertes du dernier siècle, déjà devenues des habitudes, emportent l'existence à l'allure de la vapeur et de l'électricité. Le miracle contemporain a été de faire plus pleine la vie qu'on ne pouvait faire plus longue. La même durée vaut davantage, puisqu'elle contient plus d'énergies, c'est-à-dire d'activités et de joies. Plus le monde va plus il se presse. Notre hâte est la conscience de notre brièveté, l'effort pour gagner l'allure de la fuite du temps. Cette avance sur le temps trouve son symbole dans l'essor victorieux de la distance et de l'inconnu. Et si une forme de la puissance devait séduire les imaginations et devenir universellement populaire par sa ressemblance avec le génie mobile et agité de notre temps, c'est la vitesse.

Dire que dès maintenant capable de parcourir par heure 250 kilomètres et même 300 — aux dernières nouvelles elle double notre puissance de nous mouvoir, — n'est pas donner toute la mesure de sa supériorité. Pour les véhicules qui rampent à la surface du sol, chacun de ses reliefs ou de ses creux allonge les routes, et si l'on s'épargne ces diversités d'altitude, c'est par des détours qui, eux aussi, augmentent les distances. Sur l'eau la voie est plane, mais sinueuse comme les fleuves, et doit, en mer, selon un mot évocateur, « doubler » les pointes des côtes. Et que de fois il ne suffit pas de doubler ! Pour se rendre de Colon à Panama, un navire longe jusqu'au cap Horn le Pacifique, l'Atlantique jusqu'à

la mer des Antilles, parcourt plus de 20.000 kilomètres, la moitié de la circonférence terrestre; de Panama à Colon, l'isthme a 60 kilomètres qu'un avion de médiocre vitesse parcourrait en une demi-heure. Maître de toujours voler droit vers son but, l'avion a le monopole des routes brèves; même pour franchir les régions les plus accidentées et les plus hautes montagnes il supprime toutes les sinuosités par deux lignes droites, l'une, qui du point où il quitte terre vers la plus haute altitude, s'élève, l'autre qui descend de là vers la place où il doit atterrir.

L'avion réduit en même temps que la durée le coût des voyages. Pour assurer les communications terrestres, il faut pourvoir à deux sortes de dépenses : celles des voies et celles des véhicules. L'aviation remplace les voies terrestres toujours trop rares et onéreuses à entretenir, par les sillons innombrables et toujours neufs que l'appareil volant trace dans l'air à chaque voyage. Pour elle l'aménagement du sol se réduit à quelques terrains d'atterrissage, à quelques gares, à quelques signes qui, visibles sur l'aplatissement des régions survolées comme les « Amers » sur l'horizon mouvementé des côtes, nomment au pilote le lieu où il se trouve. Ces frais, si on les compare à ceux d'une route ferrée ou non, sont négligeables, et les dépenses se restreignent presque au coût et à l'usure des appareils volants.

L'air, tantôt opposé, tantôt favorable, tantôt neutre, fait aux avions, mus en sa profondeur, une résistance continue et moins brutale que le mouvement perpétuel des vagues contre la coque des navires et la dureté continue du sol contre les assemblages des voitures. Le jour où l'aéronautique sera passée des expériences au

plein usage, le coût des appareils doit diminuer à mesure qu'augmentera leur production. Pour ces raisons, la locomotion aérienne, soit par appareils de maître et itinéraires au gré de chacun, soit par transports en commun et voyages réguliers, est appelée à devenir la moins dispendieuse.

La rapidité et l'économie ne suffiraient pas à fixer la faveur du public. Aux transports en commun, qui demain comme aujourd'hui seront les plus importants, il faut la permanence et la sécurité. Sans départs réguliers, sans arrivées certaines, les entreprises de messageries ne trouveraient ni marchandises, ni correspondance, ni voyageurs. Or, l'aviation est dominée par les lois et les caprices de l'atmosphère. Durant une part des vingt-quatre heures qu'on appelle les jours, la nuit empêche le pilote de distinguer où il est, où il va, où il descend. Même par le soleil la brume, quand elle couvre de sa ouate le sol, détourne du départ ceux à qui elle rendrait invisible la place de l'arrivée. La pluie, quand elle détrempe et enraidit les toiles de l'avion, le rend lourd et maladroit aux manœuvres. Le vent qui dépasse 80 kilomètres à l'heure devient tempête et entraîne avec lui les aéronautes où il va et non où ils veulent. Mais ces servitudes de la navigation aérienne ne compromettent pas son avenir. L'allure régulièrement conquérante de toutes les découvertes permet de compter que la nuit ne fera pas toujours obstacle à la marche des appareils, la brume à la précision des atterrissages, la pluie à la souplesse des manœuvres, et que la puissance des moteurs rendra de plus en plus rares les tempêtes mattresses des avions.

Dans les contrées comme la France, le soleil est de huit à seize heures sur l'horizon et les intempéries hostiles interdisent à peine un jour sur dix la route de l'air. Dès maintenant, une certaine périodicité peut être donnée aux services.

Mais ils ne seront adoptés que dans la mesure où ils seront sûrs. Entre l'aviateur de combat et l'aviateur de voyage voilà l'essentielle différence.

La sécurité est l'avantage le plus indifférent à l'aviation de guerre. Celle-ci tient, comme à sa perfection, à un vice volontaire d'architecture que perpétue la sollicitude de rendre ces engins plus offensifs. Prendre en chasse, dans le ciel, l'ennemi découvert et le dominer est le principe des appareils à l'ascension ; ceux de bombardement ne sont efficaces que par l'abondance des projectiles jetés ; ceux de reconnaissance doivent soutenir un vol assez rapide pour n'être ni prévenus ni rejoints. Or, toutes les supériorités leur sont d'autant plus acquises qu'ils sont moins alourdis de poids morts : leur puissance est faite de leur légèreté.

De là, un soin constant jusqu'à l'idée fixe : réduire la structure au nécessaire, combattre la densité des matériaux, éviter les formes, amaigrir les ajustages ; poursuivre toutes les économies de pesanteur. Mais diminuer la pesanteur c'est amoindrir la solidité : les minces armatures des ailes supportent mal l'effort des toiles, les hélices enroulent leur force centrifuge et propulsive autour d'axes minuscules ; le moteur, surtout, la partie métallique et dense de l'avion, est délesté de telle sorte qu'il suffise à sa mission de soutenir en l'air et de pousser en avant la santerelle de chanvre et de

bois. On use de sa fragilité sans ménagements ; on l'expose aux vols de nuit, aux grandes tempêtes, aux atterrissages de hasard. Dans ces rencontres inégales il est souvent vaincu, et tantôt l'une, tantôt l'autre de ses faiblesses le trahit. Par crainte qu'il ne fût moins alerte on lui a mesuré exactement le combustible de sa course : que les intempéries l'aient retardé ou que le brouillard lui cache la terre, il lui faut, ses réservoirs vides, descendre soudain à la place hospitalière ou néfaste. Où le moteur comme un manœuvre surmené s'arrête, le terrible caprice de la « panne » laisse à l'aviateur l'unique ressource de la descente en vol plané si l'altitude et le terrain sont propices et les ailes solides. Que l'une de ses ailes se brise, et c'est la chute de plomb. Les statistiques sont un martyrologe. Ces redoutables chances sont non seulement subies mais recherchées par les aviateurs de guerre ; ils veulent un instrument de soudaineté, apte non aux besognes raisonnables, mais aux extravagances sublimes, sa perfection leur semble accrue par les chances qu'il leur donne de vaincre et ne leur parait pas diminuée par les chances qu'il leur apporte de mourir ; ils sont dans cet état héroïque où la vie du combattant se sacrifie à l'efficacité du combat.


Néanmoins, l'existence de ceux qui préfèrent à leur salut le dommage de l'ennemi est trop précieuse à leur nation pour n'être pas défendue contre eux-mêmes. Le besoin qu'on a d'eux a inspiré une volonté, un peu tardive, mais réparatrice, de réduire à l'indispensable leurs risques.

De ces risques, le plus fréquent et le plus mortel aux hommes et aux appareils était l'arrêt brusque du moteur.

Le remède a été de donner à l'avion plusieurs moteurs, chacun d'eux aussi puissant que le moteur unique, et apte, soit à fournir une part de la propulsion à laquelle suffisait ce moteur unique, soit à suppléer seul à la défaillance des autres. C'est accroître, il est vrai, de leur lourdeur cumulée, la lourdeur de la machine volante : mais tout accroissement de poids est plus que compensé par l'accroissement de force ascensionnelle. Dès 1915, nombre d'appareils recevaient deux moteurs, la méthode était découverte qui assurait sans crainte d'alourdissement toute la solidité opportune à chaque partie de l'appareil aérien, à l'appareil lui-même la provision de projectiles nécessaires à des attaques plus décisives et le combustible utile à des vols plus prolongés. Tous ces accroissements de poids sont des accroissements de sécurité, ils ont permis la transformation de la flotte aérienne en types plus solides et plus grands. Le dernier modèle, de fabrication allemande à quatre moteurs, développe près de 1.000 HP, porte 4 tonnes d'explosifs. L'aviation militaire s'est pour sa propre conservation engagée dans une voie qu'il faut suivre pour créer l'aviation pacifique.

Pour elle, plus d'appareils destinés aux tours de force, où tout, y compris le pilote, est en équilibre instable, où le salut doit être sans cesse acheté par les dons exceptionnels d'un homme, où cet homme passe au plus quatre ou cinq heures sans que l'importance et la simultanéité de ses devoirs lui laissent le loisir de songer, ni à la fatigue de son effort, ni à l'incommodité de son poste. Il faut des demeures construites pour tenir longtemps l'air, survoler de vastes espaces et suffire aux

transports de marchandises et de passagers; que tous les éléments du navire aérien soient choisis, assemblés, consolidés, renforcés, avec des soins touchant au superflu, et chacun de ces soins a du poids. Il faut que ces passagers y trouvent largement leurs aises; toute commodité prend de la place; et cette augmentation de volume entraîne aussi une augmentation de poids. La sveltesse est nécessaire à l'escrime. Mais jaillir dans le délai le plus court à la plus haute altitude, se dérober aux chocs par l'improvisation des feintes, des rétablissements dans le vide, des culbutes, cesse d'être l'essentiel des aptitudes manœuvrières pour un chargeur ou pour un paquebot aérien. A monter un peu moins vite, il ne perd qu'un peu de son temps, ou plutôt le gagne, car nulle raison ne l'attire au-dessus des hauteurs moyennes et calculées, de sorte que les reliefs du sol ne s'abîment pas sous son ascension, et qu'à chaque escale il n'ait pas trop à descendre ni à remonter. Or, dès qu'on renonce à l'acrobatie, qu'on se borne aux évolutions simples, qu'on les accepte lentes et qu'on cherche la vitesse uniquement dans la marche directe et horizontale, la lourdeur des aéronefs ne fait pas obstacle à leur emploi. Et tout ce qui est souhaitable est obtenu par ce qu'on peut appeler le remède universel : l'adoption des moteurs indépendants et multiples. Strictement, deux suffiraient par appareil : il n'y a pas de vraisemblance que deux, dans leurs brefs parcours, aient le temps de faillir. Néanmoins, si l'un cesse d'agir, la régularité de l'autre devient aussitôt la suprême caution, et pour la vie de la machine volante et de ses passagers, tout est de nouveau livré aux risques d'un



seul moteur. Ces risques doivent être épargnés aux messageries pacifiques. C'est le moins qu'on ne refuse pas à celles-ci les sûretés offertes aux plus récents ouvriers de guerre.

Plus les voyageurs et les marchandises emprunteront la voie des airs, plus devra croître la dimension des appareils. La puissance et le nombre des moteurs apportent la solution de tout le problème : forts, ils permettent d'accroître dans une certaine mesure, dans la demeure aérienne, la robustesse et les dimensions ; multiples, ils divisent, au point de l'éliminer presque, le péril des chutes.

Ce qui a été indiqué ici se trouvera avec plus de détails dans L'Aviation de Demain, par Jean Dargon. Je ne garantis pas que le nom ne soit pas un pseudonyme. Mais l'excellent pilote de nos ignorances, et le persuasif panégyriste des desseins qu'il raconte ! Son œuvre est signée à toutes les pages par une compétence qui ne souffre rien d'inachevé, d'hypothétique, ni d'obscur dans les grandes et les petites choses. Avec lui, les voyages projetés sont émouvants et merveilleux, comme s'ils étaient accomplis. S'il rappelle Jules Verne, c'est en le suivant comme l'éveil suit le rêve. Et ses itinéraires, par le tracé rigoureux de leurs directions et la brièveté authentique de leurs durées s'imposent puissamment à l'intelligence, parce que plusieurs de ses étonnantes nouvelles, avant d'avoir été écrites par la plume sur le papier ont déjà été tracées par des hélices géantes dans les profondeurs des cieux.

ÉTIENNE LAMY,

Secrétaire perpétuel de l'Académie Française

L'Aviation de Demain

CHAPITRE I

LES PROGRÈS DE L'AVIATION

Avantages et inconvénients de la navigation aérienne. — Progrès accomplis dans la construction aéronautique : moteurs et cellules ; l'aérobús. — Solution pratique du problème de la sécurité en avion. — Aménagement des appareils. — Recrutement et formation des pilotes.

Trois causes principales ont empêché jusqu'à présent l'aéroplane d'être considéré comme un engin vraiment pratique de locomotion :

Tout d'abord son *manque de sécurité* ; à l'enthousiasme suscité par les premiers vols a bientôt succédé dans l'esprit du public une certaine méfiance à l'égard de la navigation aérienne, — sentiment bien naturel, il faut le reconnaître, après les trop fréquents accidents du début qui ont fait apparaître l'aviation comme un sport, un sport passionnant, mais dangereux ;

Puis la *régularité toute problématique* des services de transports permanents : les vaisseaux aériens ayant à lutter contre les vents contraires, remous, tourbillons et autres perturbations de l'élément mobile, inconstant et perfide..., sans oublier la pluie, le brouillard et l'obscurité, ainsi que la fâcheuse panne, fille d'une science encore trop incertaine

pour parer aux retards imprévus et aux malencontreux arrêts ;

Enfin son *prix de revient trop élevé* pour une *capacité de transport insuffisante* — quelques dizaines de kilos contre les milliers de tonnes des bateaux et chemins de fer — et que des constructeurs prévoyants ou trop avisés ont maintenu à des tarifs inaccessibles au commun des « terriens », pour prémunir sans doute le fruit volage de leur labeur contre l'incertitude du lendemain...

Mais, par ailleurs, l'aviation possède de précieux avantages dont il importe de tirer profit :

Faculté de se rendre d'un point à un autre par le plus court chemin, en ligne droite, au mépris de tous les obstacles que le sol oppose aux « rampants ». Quels « gains sur la distance et sur le temps » cette qualité ne permet-elle pas de réaliser !

Suppression des voies continues de communication, telles que routes, canaux ou chemins de fer, de simples stations de départ et d'arrivée suffisant à constituer une ligne aérienne ;

Vitesse constamment accrue et qui ne peut être égalée par aucun autre moyen de transport ;

Agrément sportif des évolutions aéronautiques dans l'espace indéfini.

*
* *

Or, voici que la guerre a donné à l'aviation une impulsion toute nouvelle. La nécessité d'avoir des *avions* à grande vitesse, d'une extrême maniabilité pour la chasse et d'une capacité de transport considérable pour le bombardement, munis de moteurs aussi robustes et aussi puissants que possible, permettant de voler de jour comme de nuit et d'atterrir dans des conditions de sécurité suffisantes, a amené la création de types à la fois résistants et légers, rapides et sûrs, possédant les qualités les plus diverses,

souvent même contradictoires au point de vue technique (1).

D'autre part, l'intensification de la production en série a donné aux *industriels* la pratique nécessaire à la fabrication d'engins perfectionnés, les *ouvriers* ont acquis la maîtrise indispensable à la construction des moteurs et appareils nouveaux, les *machines* ont été appropriées à la confection des modèles les plus compliqués.

Enfin, la conduite des avions, réservée avant la guerre à quelques privilégiés, s'est généralisée. De nombreux *pilotes* ont été formés, et leur audace, leur habileté, leur endurance, donneront pleine confiance aux hésitants, aux « reste à terre » qui voudront partager avec eux et goûter à leur tour les charmes incomparables du « plein ciel ».

Il apparaît donc que, dès la cessation des hostilités, toutes les conditions se trouveront réunies pour que l'aviation, sortant enfin du domaine des expériences, des raids et de la seule utilisation militaire, offre une solution véritablement pratique du problème de la navigation aérienne en permettant d'assurer le transport régulier des voyageurs et des marchandises.

Et c'est bien là le but de cet ouvrage : *démontrer que nous sommes enfin parvenus à cette période de la conquête de l'air, si ardemment désirée, si impatiemment attendue, où il est devenu possible d'utiliser des machines volantes pour l'extension toujours croissante du commerce et de l'industrie.*

* * *

Mais, pour mieux apprécier la valeur des services que peut nous rendre le nouveau mode de locomotion, il est indispensable d'examiner, au moins sommairement, les progrès qu'il a réalisés au cours de ces dernières années :

(1) Par exemple : légèreté et robustesse, vitesse et capacité de transport, etc.

les enseignements du passé seront nos meilleurs gages de confiance pour l'avenir.

Les avions. — Les avions que nous possédions en 1914, réservés d'ailleurs à un usage exclusivement militaire, pouvaient être classés en deux catégories :

1° Monoplans à moteurs rotatifs dont la vitesse atteignait difficilement 120 kilomètres à l'heure, et dont la conduite, considérée comme très délicate, n'était confiée qu'à des pilotes de choix. Ils emportaient avec peine un passager et grimpaient lourdement à 3.000 mètres : c'étaient nos avions de reconnaissance ;

2° Biplans à moteurs fixes ou rotatifs, communément appelés « cages à poules » par les fringants monoplanistes, transportant à une vitesse de 80 kilomètres à l'heure une charge utile de 300 kilos. Ils formaient nos escadrilles d'observation et de bombardement.

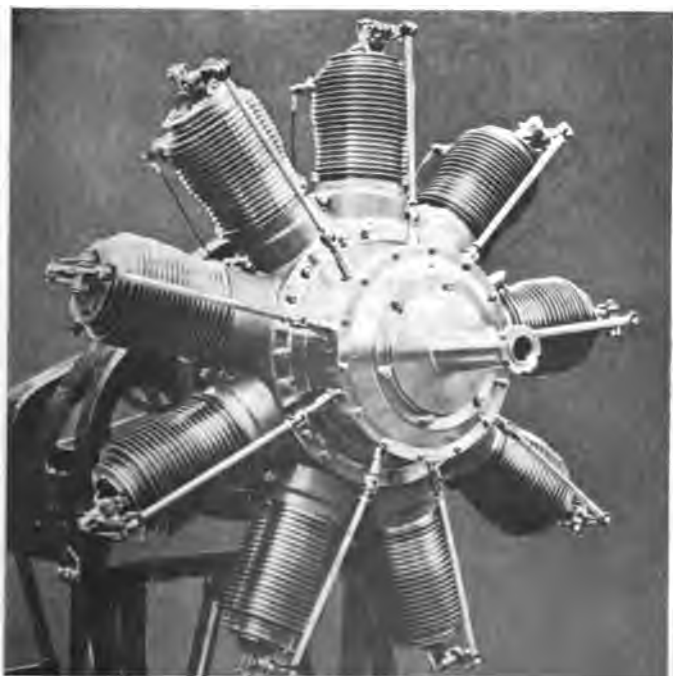
Ainsi, pour peu que le vent leur soit défavorable, et il n'est pas rare de rencontrer dans les régions élevées de l'atmosphère des courants de 40 à 50 kilomètres à l'heure, ces divers types d'avions faisaient du véritable « rester sur place ».

Mais, sous la pression des circonstances, dans l'émulation de la lutte industrielle contre un adversaire puissamment outillé, les études théoriques et pratiques ont été plus activement poussées. Grâce aux ressources inattendues que la guerre mettait à la disposition de nos techniciens, des expériences aussi complètes et aussi rigoureuses que possible ont été faites sur les « lois de la résistance de l'air », la nature et les conditions d'utilisation des matériaux employés dans les constructions aéronautiques : bois, toiles, métaux ; de nouvelles « épreuves de réception » ont été instituées pour obtenir enfin les garanties indispensables à la sécurité de nos aviateurs.

Entre les pilotes utilisant les machines volantes et les ingénieurs chargés de les construire, une collaboration



Le moteur rotatif, monté sur son « banc d'essai », subit ses épreuves de réception. Il tournera pendant des heures à des vitesses déterminées. Sa puissance et sa consommation à chaque instant, ainsi que tout incident, toute variation du régime sont soigneusement enregistrés. Il fut un temps où l'infortuné moteur était « cuit » par les épreuves mêmes qu'on lui imposait, et c'était sur l'avion qu'il finissait brusquement sa carrière, au grand dommage des pilotes et des appareils.



l'n moteur rotatif.



plus étroite s'est établie, et leurs recherches communes ont été fécondes en résultats : c'est ainsi que les mâts, longérons et fuselages ont été « profilés » en vue d'obtenir une meilleure pénétration, bien des organes encombrants et pesants ont été modifiés, allégés, supprimés ; par un meilleur choix des matériaux, à la fois plus résistants et plus légers, grâce à une construction plus rationnelle et à une surveillance mieux établie, le « coefficient de sécurité » a augmenté, tandis que le poids diminuait.

Ainsi les perfectionnements de la cellule combinés à ceux du moteur ont permis d'obtenir des avantages dont nous pourrons bientôt apprécier la valeur ⁽¹⁾.

— (1) Extrait de l'*Exposé élémentaire des connaissances générales utiles aux aviateurs*, par le sous-lieutenant DE GRAMONT DE GUICHRE :

Caractéristiques d'un avion. — On peut caractériser un avion d'après sa vitesse, la charge utile qu'il peut emporter, son rayon d'action et l'altitude maximum qu'il peut atteindre.

Ces diverses caractéristiques sont liées les unes aux autres par des relations mathématiques aujourd'hui connues ; c'est-à-dire que si, sur un type d'avion déterminé, on modifie l'une de ces caractéristiques, les autres s'en ressentent, et les modifications ainsi introduites peuvent être prévues.

L'augmentation d'une des qualités de l'avion se fait toujours au détriment d'une autre. Ceci ne veut pas dire que l'on soit enfermé dans des limites infranchissables. Ce qui n'est pas possible aujourd'hui le sera peut-être demain, car dans les relations qui rendent les différentes caractéristiques de l'avion solidaires les unes des autres entrent trois coefficients :

1° Un facteur qui représente la solidité de l'avion et qui dépend du mode de construction employé ;

2° Le poids par cheval-vapeur du système moto-propulseur et sa consommation horaire (l'hélice et par conséquent son rendement rentrent dans le système moto-propulseur) ;

3° La finesse de l'appareil.

Il est manifeste que ces trois coefficients changent peu à peu : la construction des avions se perfectionne, et l'on est arrivé à les alléger sans compromettre leur solidité. A l'égard des moteurs, les perfectionnements sont encore plus sensibles : leur poids et leur consommation en combustible ont beaucoup diminué. Leur forme même les rend plus faciles à installer dans un fuselage, et la finesse de l'avion s'en trouve augmentée, non moins que par une meilleure forme d'aile ou une étude approfondie du profil des parties passives.

Mais au moment où un constructeur fait un projet d'avion, il sait de quel moteur il va se servir, il connaît le mode de construction qu'il va utiliser. La finesse de son appareil est, dans une certaine mesure, la principale inconnue. Néanmoins il est possible de fixer provisoirement ces trois coefficients, pour établir un projet d'avion avec une grande approximation. L'étude d'un tel

nous possédons à l'heure actuelle une flotte aérienne de plusieurs centaines d'aéronefs dont certains dépassent déjà 250 kilomètres à l'heure (soit 300 kilomètres par vent arrière de 50 kilomètres : Paris-Nice en deux heures et demie — la traversée de la France dans sa plus grande longueur en moins de trois heures!).

D'autres moins rapides et plus lourds, mais d'une capacité de transport plus élevée, emportent une charge utile de plus de 2 tonnes à la vitesse de 160 kilomètres à l'heure et sont capables de franchir les montagnes les plus élevées (1).

Un des modèles de guerre anglais présente les caractéristiques suivantes :

Force motrice.	700 HP.
Vitesse à 3.000 mètres	150 kilomètres.
Capacité de transport	2 tonnes 1/2.
Combustible pour	11 heures de vol.

Il peut donc franchir plus de 1.600 kilomètres sans escale. Il a effectué des essais à 2.000 mètres d'altitude avec 22 personnes à bord et accompli le voyage Paris—Rome avec 5 personnes en sept heures de vol effectif.

Un de nos constructeurs les plus réputés a essayé avec succès un avion actionné par quatre moteurs de 200 HP chacun et capable d'enlever une charge utile de 3 tonnes et demie — plus de 40 personnes! — à la vitesse de 140 kilomètres à l'heure.

Comme nous le verrons plus loin (2), cet aéronef est capable d'effectuer la traversée de l'Atlantique avec une douzaine de passagers!

Enfin de véritables navires ailés de 2.000 et 3.000 HP sont à l'étude ou en construction en France, en Angleterre,

(1) Hauteur du Mont-Blanc : 4.810 mètres.

(2) Chapitre VI : la traversée de l'Atlantique.

en Amérique et en Italie. Ils permettront de relier pratiquement l'Ancien et le Nouveau Monde par un service régulier de transports aériens...

*
* *

Nous pouvons donc demander dès maintenant à nos constructeurs d'établir de véritables « aérobuses » capables d'enlever une trentaine de passagers à des vitesses voisines de 150 kilomètres à l'heure et de franchir des distances de 1.000 kilomètres sans escale.

Il leur est également possible de monter un type d'aéronef commercial transportant de 5 à 6 tonnes de marchandises à l'allure de 120 kilomètres et ne consommant pas 200 kilos de combustible à l'heure.

Et ces conditions ne sont pas exagérées.

Quelques chiffres suffisent d'ailleurs à nous montrer la rapidité des progrès accomplis dans la construction des aéronefs au cours de ces dernières années :

La surface portante des avions d'avant-guerre, qui était en moyenne de 20 à 40 mètres carrés, a décuplé en moins de quatre ans puisqu'elle dépasse sur certains modèles 400 mètres carrés ;

Les châssis d'atterrissage montés alors sur deux ou quatre pneus de motocyclette ont fait place à des trains imposants d'une vingtaine de roues munies de bandages réservés aux automobiles de course !

La force motrice est passée de 100 à plus de 1.000 HP...

La charge utile de 300 kilos à 6 tonnes...

La vitesse de 120 à 250 kilomètres à l'heure...

Le « plafond » de 3.000 à 8.000 mètres.

En présence de pareils résultats et après l'exemple si instructif des chemins de fer, des bateaux à vapeur et de la voiture automobile, ne nous est-il pas permis de dire que la navigation aérienne révolutionnera nos conceptions actuelles sur les facilités de déplacement à la surface du globe ?

La sécurité en avion. — Maintenant que nous connaissons les progrès accomplis et les résultats obtenus par notre aviation dans ces derniers temps, une question toute naturelle se pose :

Dans quelles conditions de *sécurité* et de *régularité* les transports aériens en commun seront-ils effectués ?

Pour un avion bien étudié et bien construit, et c'est maintenant le cas général, la « casse » ne peut résulter — sauf imprudence ou maladresse du pilote — que d'un atterrissage involontaire sur un terrain peu favorable, généralement à suite d'une panne de moteur.

Cet inconvénient n'existerait pas si les machines volantes du type « plus lourd que l'air » pouvaient s'élever *verticalement* dans l'espace et se poser de même à terre *sans avoir à rouler sur un certain parcours*. Mais la solution pratique de ce problème n'est pas encore trouvée, les quelques essais d'*hélicoptères* entrepris au cours de ces dernières années n'ayant pas été poursuivis ⁽¹⁾.

(1) L'hélicoptère présente sur l'avion de sérieux avantages, car il peut s'élever *verticalement* dans l'espace et atterrir *de même*, sans avoir besoin de courir sur le sol au départ comme à l'arrivée. Il lui est possible en outre de *stationner sur place* dans les airs et d'*accélérer* ou de *réduire à volonté son allure*, alors que l'avion n'est soutenu que par la grande vitesse.

Des expériences entreprises en France dans cette voie en 1784 (papillon hélicoptère) montrent que dès cette époque on s'intéressait à la question.

Dans la seconde moitié du dix-neuvième siècle, de nombreux essais de démonstrations eurent lieu sans grands résultats, les moteurs dont on disposait alors n'ayant pas un rendement suffisant pour assurer la sustentation d'appareils vraiment utilisables.

Or, en 1903, le colonel Renard déposait à l'Académie des Sciences une étude démontrant que la puissance développée par les moteurs à explosion était déjà capable de fournir une solution pratique du problème.

Mais des difficultés d'un autre ordre se sont présentées : la force motrice dont on dispose à bord d'un hélicoptère doit assurer non seulement sa *sustentation*, mais aussi sa *propulsion*, ce qui entraîne d'inévitables complications au point de vue mécanique ainsi qu'un alourdissement notable de l'ensemble : moteurs à régimes différents, nécessité d'annuler le couple de giration par deux hélices tournant en sens inverse sur un même axe de rotation, variation de l'inclinaison des hélices pour obtenir un déplacement oblique de l'appareil avec un seul groupe moto-propulseur et emploi de gouvernails compensateurs, combinaison de l'aéroplane avec l'hélicoptère, etc. ; il est en outre nécessaire d'obtenir une régularité et une maniabilité parfaites des organes de sustentation

Donc sous l'impulsion de la vitesse nécessaire à leur

afin de régler la vitesse de descente de façon à éviter les inconvénients d'une prise de contact trop brusque avec le sol.

Pour obtenir de meilleurs atterrissages, les ballonniers ont recours au guidage, au délestage, au maniement de la soupape; pour un hélicoptère, l'air devenant plus porteur à mesure qu'on descend, le procédé consiste à diminuer progressivement la puissance des organes sustentateurs, de telle sorte que leur action neutralise précisément celle de la pesanteur au moment de toucher terre; on peut obtenir ce résultat soit en diminuant par exemple la vitesse de rotation



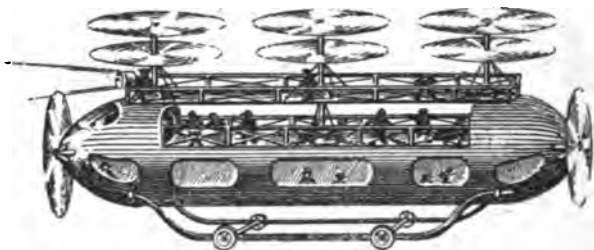
Le papillon hélicoptère à deux hélices et à parachute.

des hélices sustentatrices, soit en faisant varier leur surface portante ou leur angle d'incidence. Mais, quel que soit le système employé, il doit être d'un fonctionnement parfaitement sûr et progressif, la sustentation du vaisseau aérien dans l'espace reposant entièrement sur lui; en cas d'arrêt ou de simple faiblesse de sa part, c'est la chute fatale; aussi est-il à présumer que les appareils de ce genre seront munis de parachutes qui se déploieraient automatiquement ou à volonté quand l'allure de la descente dépassera une certaine limite...; à moins qu'une heureuse combinaison de plans inclinés ne permette d'exécuter le vol plané comme pour l'aéroplane, procédé qui apparaît dès maintenant comme une des solutions de l'avenir.

Quoi qu'il en soit, les résultats encourageants obtenus d'abord par l'aviation, puis la nécessité pendant la guerre de diriger toute l'activité industrielle sur la construction des avions qui se trouvaient « suffisamment au point » en 1914 pour remplir des buts militaires, ont arrêté les recherches entreprises dans le sens de l'hélicoptère; elles ne manqueront pas de reprendre, et il y a tout lieu d'espérer qu'elles marqueront bientôt une nouvelle étape victorieuse dans la conquête de l'air.

sustentation, les avions, après avoir pris contact avec le sol, roulent quelque peu avant de s'arrêter; il y aurait intérêt à réduire, jusqu'à la supprimer, la longueur de ce parcours, et les techniciens s'y sont appliqués en tâchant de créer des appareils capables de réaliser le « plus grand écart de vitesse », c'est-à-dire de fournir une allure horizontale aussi grande ou aussi faible que possible suivant que le moteur tourne à pleine puissance ou à son régime le plus ralenti.

Dans les proportions qu'il serait possible de lui donner actuellement, notre aérobus atterrirait à 80 kilomètres à



Hélicoptère de l'avenir.

l'heure, et la longueur du parcours au sol avant l'arrêt complet serait d'une centaine de mètres. Cette distance, d'ailleurs réduite par vent « debout », sera encore diminuée soit par des freins sur roues, soit au moyen de béquilles à ressorts, pivotantes ou fixes, s'incrétant plus ou moins dans le sol; les *appareils à surface ou à incidence variables* donneront aussi une solution de ce problème qui, à cause de la fragilité des pièces chargées d'absorber la « force vive » ou de supporter les chocs, n'a pas encore été convenablement résolu. Mais maintenant que la puissance et le « poids par cheval » des moteurs d'aviation ⁽¹⁾ permettent d'enlever des charges considérables, certains organes pourront être renforcés sans inconvénient, et rien

(1) Les anciens moteurs d'aviation pesaient environ 3 kilos par HP. — Les derniers types ont une puissance triple pour un même poids.



Faute de place...



Pour un avion bien étudié et bien construit, la « casse » ne peut résulter, sauf imprudence ou maladresse du pilote, que d'un atterrissage involontaire sur un terrain peu favorable, généralement à la suite d'une panne de moteur. Cet inconvénient n'existerait pas si les machines volantes pouvaient s'élever verticalement dans les airs et se poser de même à terre sans avoir à rouler sur un certain parcours.

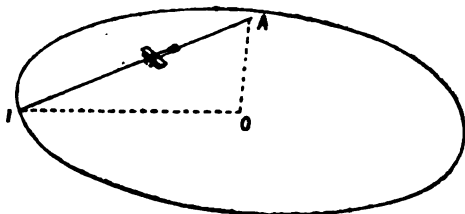


n'empêche plus l'adoption d'un système de freinage énergétique et sûr.

Il est donc indispensable de se poser sur des terrains de dimensions convenables ne présentant pas d'obstacles gênants; pour que le pilote puisse les choisir, s'il en existe, il importe avant tout qu'il conserve la libre conduite de sa machine; or une panne du groupe moto-propulseur l'oblige à descendre en vol plané ⁽¹⁾.

Et ainsi apparaît la solution du problème de la sécurité en avion : puisque la seule « chance d'accident » résulte de l'obligation pour le pilote de descendre en cas de panne de moteur, *il conviendra de construire des appareils à plusieurs moteurs et capables — si l'un ou même plusieurs de ces derniers viennent à « lâcher » — de se maintenir en vol horizontal à pleine charge* ⁽²⁾.

(1) Supposons qu'un avion A se trouvant au-dessus du sol à une hauteur $AO = 2.000$ mètres, ait une panne de moteur; il descendra alors en « vol plané », c'est-à-dire en prenant sur l'horizontale une position inclinée vers l'avant. En modifiant son incidence il peut atterrir plus ou moins loin, mais la dis-



tance maximum OI qu'il ne dépassera pas sera déterminée par un angle LAO tel que, pour tout angle plus grand, l'appareil, se redressant trop, atteindrait à un ralenti insuffisant pour assurer sa sustentation et tomberait par « perte de vitesse ». Un appareil plane au $1/6$ lorsque $OI = 6$ fois AO .

Dans le cas présent, l'avion A pourrait atterrir dans un cercle limité par une circonférence ayant $OI = 6 \times 2.000 = 12$ kilomètres de rayon, soit une surface de 450 kilomètres carrés environ.

Ainsi plus la hauteur à laquelle l'avion évoluera sera grande, plus la surface d'atterrissage dont il disposera en cas de panne sera étendue. On a donc tout avantage à voler haut, surtout au-dessus de mauvais terrains.

(2) Et à une altitude raisonnable de voyage, variable suivant les régions à survoler.

Les caractéristiques d'un avion muni de quatre moteurs de 200 HP chacun et répondant à cette condition sont les suivantes :

Le bois contreplaqué, ou l'aluminium, à la fois si léger et si résistant, permettra de construire des wagons aériens d'un modèle aussi pratique que les cabines des paquebots. Et pour offrir le moins de résistance possible à l'avancement on leur donnera la forme de cigares allongés, à laquelle notre œil est déjà habitué par les dirigeables et les sous-marins.

Pour préserver les voyageurs du froid (à mesure qu'on s'élève, la température baisse de 1° environ par 180 mètres d'altitude, soit d'environ $5^{\circ}5$ par 1.000 mètres) ⁽¹⁾ on assurera le chauffage intérieur soit par des appareils spéciaux ⁽²⁾,

(1) *Variations de la température quand on s'élève dans l'atmosphère.* — En supposant que toutes les conditions météorologiques soient invariables et qu'il n'y ait aucune espèce de vent, on constate que la température, accusée par un thermomètre, diminue à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère.

La loi que les météorologistes s'accordent à adopter pour la décroissance de la température avec l'altitude est que « la température diminue de 1° pour une élévation de 180 mètres ». Cette loi est exacte jusqu'à une hauteur d'environ 600 mètres : à des hauteurs supérieures, elle n'a plus le même caractère d'exactitude. Cette hauteur, correspondant à un abaissement de température de 1° , varie, d'ailleurs, beaucoup, suivant que l'air est « sec », « humide », ou « saturé » de vapeur d'eau.

Pour de l'air absolument sec, la hauteur nécessaire à un refroidissement de 1° , calculé par les formules de la thermodynamique, est de 101 mètres ; si l'air contient de la vapeur, cette hauteur oscille entre 102 et 106 mètres ; enfin, s'il est saturé, elle peut atteindre une valeur beaucoup plus considérable.

Ce refroidissement de l'air, lorsqu'il s'élève dans l'atmosphère, tient à ce que, rencontrant les couches supérieures où la pression est moindre, il se dilate, et, par suite, se refroidit, suivant l'expérience inverse de celle du « briquet à air » que l'on fait dans les cours de physique.

Dans le cas de perturbations atmosphériques, la loi de décroissance peut même être complètement en défaut, puisqu'on a signalé, dans les observatoires des montagnes, des « inversions » de température, c'est-à-dire des cas exceptionnels où la température s'accroît avec l'altitude. Les couches inférieures sont alors plus froides que les couches supérieures. Ce phénomène, qu'on observe parfois au printemps, amène des gelées tardives, si désastreuses pour l'agriculture.

Quand on compare entre elles les températures de différents lieux de la terre dont les altitudes sont différentes, il est donc essentiel de n'opérer que sur des températures « réduites au niveau de la mer ».

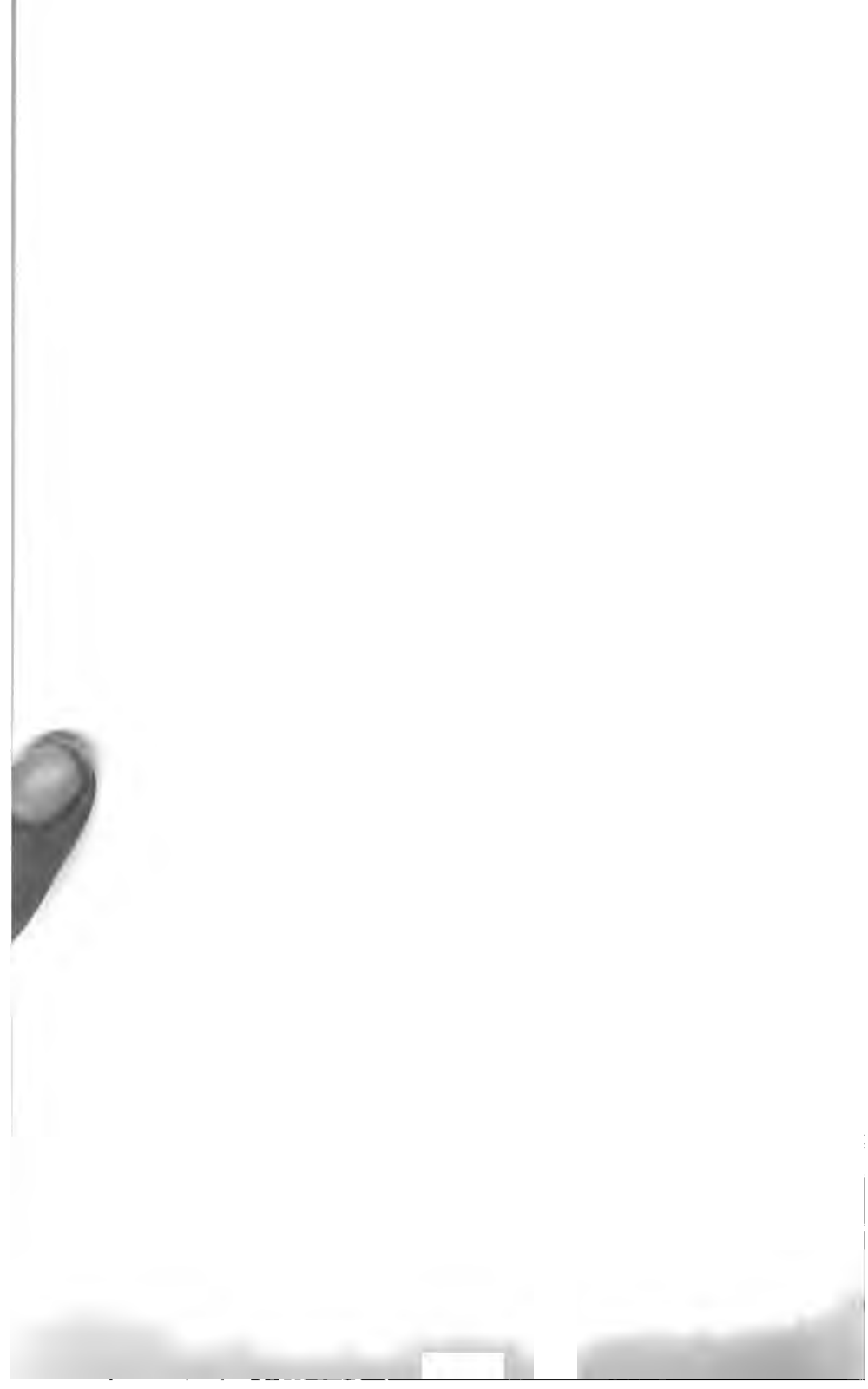
On trouve dans les « Tables météorologiques internationales » tous les éléments nécessaires à ce calcul, ainsi que la manière de l'exécuter simplement.

(Extrait de *La Physique du Globe*, de A. BERGET.)

(2) Des poêles à essence par exemple ou encore des radiateurs électriques qu'alimenterait une dynamo actionnée par le moteur ou une hélice d'entraînement.



Une revue d'avions sur un aérodrome.



soit par des tuyaux dans lesquels passeront les gaz d'échappement ou la circulation d'eau de moteurs. Déjà certaines nacelles sont réchauffées par l'air qui a d'abord refroidi les cylindres brûlants, et l'élévation de température ainsi obtenue est suffisante pour procurer au pilote, malgré les plus grands froids, toute liberté dans ses mouvements.

Enfin un poste de T. S. F. assurera constamment la liaison avec la terre, avantage inappréciable pour les hommes d'affaires, industriels et commerçants, qui pourront se tenir au courant des nouvelles et communiquer eux-mêmes avec l'extérieur.

D'ailleurs, à mesure qu'augmenteront les dimensions des aéronefs, leur aménagement se rapprochera de celui des navires : compartiments pour les passagers offrant tout le confort nécessaire aux voyages aux longs cours, *chambre des machines* permettant l'entretien et la réparation des moteurs pendant le vol, logement du pilote et de ses aides avec commandes à distance des divers organes du mécanisme tels que le développement des surfaces variables et les signaux de jour ou de nuit... Il est à prévoir que les engins à grande vitesse et appelés à naviguer dans les régions élevées de l'atmosphère seront munis de *coques hermétiquement closes* permettant de maintenir à l'intérieur une pression normale pour contrebalancer les effets de la raréfaction de l'air.

Les pilotes. — On conteste parfois qu'il soit possible de trouver après la guerre un nombre suffisant de pilotes pour les besoins de la navigation aérienne.

Le recrutement en sera très facile, aucun doute n'est plus possible à ce sujet. Alors qu'avant 1914, faute de crédits suffisants, on ne formait guère en France qu'une centaine de pilotes militaires par an, les nombreuses écoles créées depuis — et entre lesquelles la course aux brevets entretient une âpre, mais productrice émulation — en ont « livré » plusieurs milliers, et la progression continue.

Et, si les volontaires affluent, la quantité n'a certes pas nui à la qualité, bien au contraire : il suffit de jeter un coup d'œil sur les programmes successifs des épreuves de pilotage pour se rendre compte des progrès accomplis.

En 1912, quand le brevet militaire a été institué, concurremment avec celui de l'Aéro-Club, jugé trop facile, l'épreuve comportait trois vols de 50 kilomètres à 300 mètres de hauteur. Puis, en 1914, deux trajets en ligne droite de 150 kilomètres chacun sans atterrissage, ou un de ces deux parcours et un voyage en triangle de 200 kilomètres avec deux arrêts obligatoires en cours de route.

En 1915, on a ajouté une épreuve de hauteur, indispensable pour la guerre, soit une heure au minimum à 2.000 mètres.

Enfin des examens médicaux sévères imposés pour la vue, le cœur, les poumons, ont permis de faire une sélection toujours plus rigoureuse du personnel navigant ⁽¹⁾.

Bien plus : tandis qu'autrefois les acrobaties étaient rigoureusement interdites (des pilotes militaires ont été punis pour avoir « piqué trop fort » ou « viré trop court », et les trop nombreux accidents dus aux fautes de pilotage ou à la fragilité des appareils expliquaient d'ailleurs cette mesure), les nouveaux programmes d'entraînement comprennent des « descentes en vrille » ou en « feuille morte », des montées vertigineuses, des engagements sur l'aile, des loopings étourdissants, en un mot mille exercices à faire gémir la carlingue, vibrer les mâts et les tendeurs, frémir les coques, donner le frisson au passager le plus téméraire et le mieux averti... Quelle joie pour nos hommes-oiseaux que d'évoluer en tous sens dans l'espace indéfini, à l'encontre des lois les mieux établies de la pesanteur et de

(1) C'est ainsi que les D^{rs} Broca et Neipper ont imaginé pendant la guerre une méthode d'examen et établi de nombreux instruments pour déterminer et enregistrer les réactions psycho-motrices des candidats pilotes ; ils ont pu éliminer par avance bien des sujets qui — ne possédant pas les qualités spéciales de sang-froid et de résistance exigées pour le pilotage — couraient au-devant d'une mort certaine.

l'équilibre !... Mais aussi quelle confiance, quel respect ne manqueront pas d'inspirer aux futurs voyageurs de l'air les machines volantes capables de résister à de pareilles épreuves !

Ainsi le nombre et la valeur des pilotes ne font que croître ; il en est de même pour les mécaniciens spécialistes qui ont acquis pendant la guerre une dextérité, une expérience sans égales ; et les compagnies de navigation aérienne n'auront qu'à choisir parmi un personnel dont les qualités professionnelles ne sauraient être mises en doute.



Nous voilà donc munis d'une flotte aérienne aux vaisseaux rapides, confortables et sûrs, d'une capacité de transport déjà fort appréciable, toutes qualités qui ne laisseront d'augmenter dans des proportions qui nous sembleront raisonnables si nous entrevoyons pour un avenir prochain des appareils capables d'enlever 10 tonnes à la vitesse commerciale de 200 kilomètres à l'heure.

Et que cet espoir ne paraisse pas chimérique.

Qui aurait pu prévoir, lors des premiers vols de Wright au camp d'Auvours, que quelques années après des escadrilles d'avions se livreraient dans les airs des batailles rangées et que des centaines de kilomètres seraient franchis sans escale à des allures qui n'ont pu être atteintes par aucun autre moyen de locomotion !

De ce merveilleux engin de transport que la science met à sa disposition, quel parti l'humanité va-t-elle bien pouvoir tirer ?

CHAPITRE II

LA POSTE AÉRIENNE

Avantages de la poste aérienne. — La régularité dans le fonctionnement des services aériens permanents. — Établissement des horaires : inégalité des jours et des nuits ; courants aériens ; arrêts en cours de route. — Détermination d'un type d'avion postal : allure propre de l'avion et vitesse commerciale. — Formules. — Prix de revient d'une ligne permanente de transports aériens.

Le premier des services permanents à organiser est celui de la *poste aérienne*. Il permettra d'utiliser la grande vitesse des avions avec une capacité de transport relativement réduite ⁽¹⁾.

Un simple exemple montrera l'importance d'une pareille création : le courrier envoyé actuellement de PARIS à LONDRES n'est souvent remis aux destinataires que quarante-huit heures après son départ.

Une lettre expédiée par la voie des airs et distribuée par facteurs spéciaux, comme pour les pneumatiques, parviendra à son adresse dans les quatre heures, c'est-à-dire aussi rapidement qu'un télégramme ; la réponse pourra donc être faite dans la même journée, alors que par chemin

(1) Le premier essai de poste aérienne a eu lieu en France le 15 octobre 1913. Le lieutenant Bouin transporta en monoplan de Villacoublay à Pauillac un paquet de correspondances qui fut embarqué à bord du transatlantique le *Pérou*. L'inauguration officielle de la première aéro-ligne postale française a eu lieu le 17 août 1918 à l'aérodrome du Bourget, sous la présidence de MM. Clémentel, ministre du Commerce ; d'Aubigny, président de la commission interministérielle de l'aéronautique civile ; P.-E. Flandin, secrétaire général de cette commission, et Pasquet, secrétaire général des Postes et Télégraphes. L'organisation des services de transports aériens permanents avait été confiée au commandant d'Ai-buillon, pilote aviateur (Section technique de l'Aéronautique).

de fer et bateau la correspondance aller et retour exige un délai de quatre jours.

Les colis postaux d'un poids et d'un volume déterminés seront transportés par la même voie. On conçoit aisément les avantages considérables que présente pour le commerce un pareil mode de locomotion : envoi rapide d'objets de toute nature, contrats, articles de luxe, matières consommables ou périssables, fleurs, marée, etc.

La régularité dans les services aériens permanents.

Une première objection vient à l'esprit : un avion ne pouvant voler par tous les temps, le service ne sera donc pas *régulièrement* assuré. Or, pour une entreprise de ce genre, la régularité n'est-elle pas, après la sécurité, une des premières conditions du succès ? L'incertitude dans laquelle le public se trouvera sur les heures de départ et d'arrivée ainsi que sur la possibilité même de voyages toujours problématiques ne risque-t-elle pas de discréditer rapidement ce nouveau mode de transport ?

Examinons la question de plus près.

Il est évident qu'en raison de circonstances atmosphériques parfois très défavorables, les services permanents ne seront pas assurés *tous les jours* par la voie des airs. La pluie, le brouillard, les grands vents, sont encore un obstacle presque absolu à la navigation aérienne. Sur une ligne de grande étendue il existera de véritables « barrages atmosphériques » qu'un avion, même après avoir pris le départ, ne franchira pas toujours aisément : tel quitte Paris avec le beau temps qui rencontre la pluie à Dijon, le brouillard à Lyon, le mistral dans la vallée du Rhône et le soleil à Nice.

Mais, puisque les voyages aériens ne pourront quotidiennement avoir lieu, sans qu'il soit même possible de déterminer à l'avance quels seront les jours « volables » ou non,

— et le nombre de ces derniers ne cesse pas d'ailleurs de diminuer rapidement en raison des progrès incessants de l'aéronautique — il ne s'ensuit pas que nous devions renoncer aux avantages de la poste aérienne.

L'organisation du service devra être telle qu'un signal spécial dans les aéro-gares et les bureaux de poste *indique, quelques heures avant le départ du courrier postal, si ce dernier prendra la voie aérienne ou non.*

Et ce renseignement sera facile à obtenir : les points terminus et intermédiaires des lignes aériennes étant reliés entre eux par téléphone ou T. S. F., on connaîtra à tous moments l'état de l'atmosphère dans les diverses régions du parcours. En outre, *dans le cas où le courrier ne serait pas transporté par avion, le public devra être assuré qu'il parviendra néanmoins à destination dans les délais habituels.*

Et ce résultat peut être encore obtenu, même s'il se produit un arrêt en cours de route par suite d'un incident quelconque : pannes, mauvais temps, etc., les aéro-gares intermédiaires étant munies de voitures automobiles qui rejoindront immédiatement l'aéronef arrêté et transporteront son chargement à la gare ou au port le plus voisin.

Ainsi la restriction apportée dans la régularité des services postaux aériens sera analogue à celle qui est imposée dans les villes où le télégraphe ne fonctionne pas la nuit, les jours fériés, ou par temps d'orage. Il ne faut pas oublier que l'aviation n'est qu'à son début ; à peine a-t-elle pris son essor que déjà les perfectionnements incessants dont elle est l'objet, notamment en ce qui concerne la stabilisation automatique ⁽¹⁾, permettent d'espérer qu'elle fonctionnera bientôt par tous les temps et en toutes circonstances.

Établissement des horaires.

Maintenant que nous avons admis le principe des trans-

(1) Voir au chapitre IV : la T. S. F.

ports aériens permanents, il s'agit de savoir dans quelles conditions de régularité un pareil service pourra fonctionner, c'est-à-dire d'établir des horaires correspondants.

Si nous admettons que, jusqu'au moment où les vols de nuit seront effectués en toute sécurité, les voyages aériens n'auront lieu que de jour, la « vitesse commerciale » d'un avion dépendra :

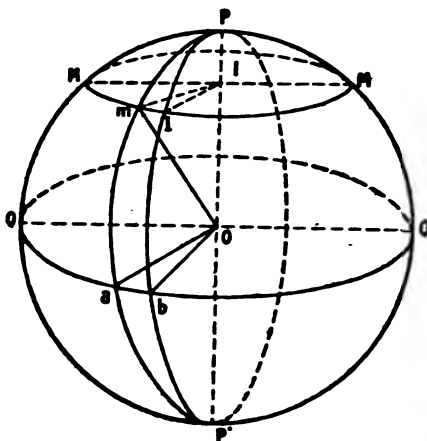
- a) De la durée du jour dans les régions survolées ;
- b) De l'influence des courants aériens ;
- c) De la durée des arrêts en cours de route ;
- d) De la vitesse propre de l'avion à l'altitude moyenne de voyage.

Examinons chacune de ces conditions :

1° DURÉE DU JOUR. — *Dans la préparation des voyages aux longs cours, il est indispensable de tenir compte de l'inégalité des jours et des nuits qui varient suivant les saisons et dans les diverses régions du globe (1).*

(1) Rappelons quelques définitions ; soient : O la sphère terrestre qui tourne autour de son axe, PP' (ou ligne des pôles), QQ' le plan de l'équateur (grand cercle perpendiculaire à PP').

On appelle « méridien » un grand cercle passant par PP' , et « parallèle » un cercle parallèle à l'équateur.



Soient l et m deux points de la sphère ; l'arc mn représente la « latitude »

du lieu m . Elle se mesure en degrés et subdivisions, et peut être septentrionale ou méridionale suivant que l'on se trouve dans l'hémisphère nord ou sud.

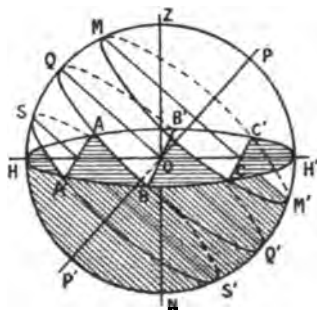
Si on prend un « méridien d'origine » PmP' passant par m (en France et en Angleterre on a adopté le méridien de Greenwich), la « longitude » d'un point quelconque l sera mesurée par l'arc ab . Elle est orientale ou occidentale suivant la position du point par rapport au méridien d'origine.

La latitude et la longitude d'un point servent à déterminer son emplacement exact sur le globe terrestre.

Extrait du Traité de Géographie physique d'Emm DE MARTONNE :

Si l'on observe à Paris le mouvement apparent du soleil, on constate que l'arc qu'il décrit n'a pas constamment la même origine. Il se lève toujours plus près du nord en été, où les jours sont plus longs, et plus près du sud en hiver, où les jours sont plus courts. Pendant six mois il évolue au-dessus de l'équateur céleste $Q Q'$; pendant six autres mois il évolue au-dessous.

En marquant jour par jour sa position sur la sphère céleste, on détermine



Mouvement diurne apparent du soleil à Paris.

HH', horizon; PP', axe des pôles célestes; SAS', marche du soleil le 21 décembre (solstice d'hiver); A, lever du soleil à cette date; QBQ', marche du soleil le 21 mars et le 23 septembre (équinoxes); B, lever du soleil à ces dates; MCM'C', marche du soleil le 21 juin (solstice d'été); C, lever; C' coucher du soleil à cette date.

un cercle oblique par rapport à l'équateur avec lequel il fait un angle de $23^{\circ} 27'$. Ce cercle est l'écliptique.

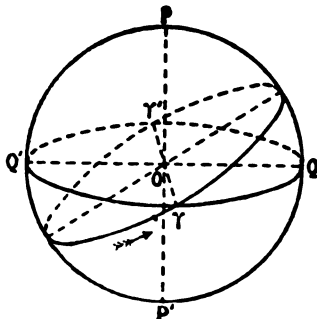
Les solstices (σ et σ') sont les points où le soleil s'arrête après être monté, ou descendu, jusqu'à $23^{\circ} 27'$ au-dessus ou au-dessous de l'équateur.

Le point σ , que le soleil atteint le 21 juin, est le solstice d'été; le point σ' , atteint le 21 décembre, est le solstice d'hiver. Deux autres moments remarquables sont ceux où le soleil atteint les points γ et γ' et se trouve dans le plan de l'équateur. Ce sont l'équinoxe d'automne (23 septembre) et l'équinoxe de printemps (21 mars). Les parallèles de la sphère céleste passant par les points σ et σ' sont appelés tropiques, parce qu'ils marquent un retour dans la révolution du soleil. On les a désignés sous les noms du tropique du Cancer et tropique du Capricorne, d'après les constellations rencontrées en apparence par le soleil.

Inégalité des jours et des nuits. Saisons. — L'inclinaison de l'écliptique est un fait capital, dont les conséquences géographiques sont d'une portée incalculable. Elle est en effet la cause de l'inégalité des jours et des nuits et de l'existence des saisons à la surface du globe. On en a déjà eu la démonstration pour les latitudes moyennes. Si nous voulons l'étendre à toute

la surface du globe, il y aura avantage à représenter la terre telle qu'elle se présente aux rayons solaires, aux solstices et aux équinoxes.

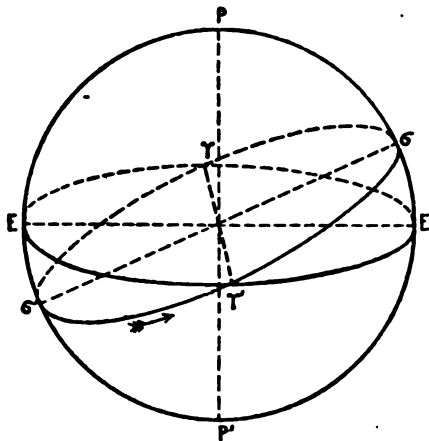
Aux équinoxes, le soleil suit dans sa marche l'équateur céleste. La figure A de la page 27 montre que la rotation de la terre amènera successivement tous ses points, sans en excepter aucun, dans le cercle éclairé et dans le cercle



Écliptique et mouvement apparent annuel du soleil.
QQ', équateur céleste; PP', ligne des pôles; γ, γ', écliptique (la flèche marque le sens du mouvement apparent du soleil).

obscure. Le jour et la nuit seront égaux pour toute la terre. De là vient le nom d'équinoxe.

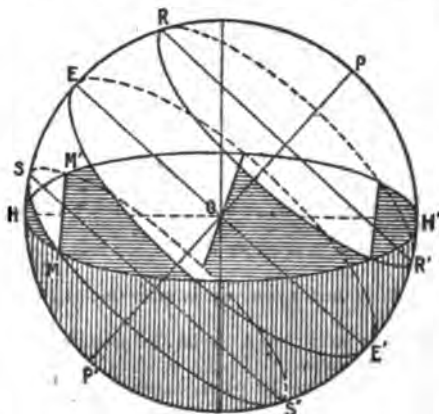
Au solstice d'été, le soleil ayant atteint le point, ses rayons forment un angle de $23^{\circ} 27'$ avec l'équateur (fig. B, p. 27). Le cercle d'éclairement (C D'), au lieu de passer par la ligne des pôles, comme à l'équinoxe, fait un angle de



$23^{\circ} 27'$ avec cette ligne. Il est tangent en C et D' aux parallèles C D et C' D', qu'on appelle cercles polaires. Dans cette position, la rotation de la terre ne pourra amener tous les points de sa surface dans le cercle de lumière et dans le cercle d'ombre. La figure montre que tous les points de la calotte sphérique CPD, qu'on appelle la zone polaire septentrionale, ne connaîtront pas la nuit,

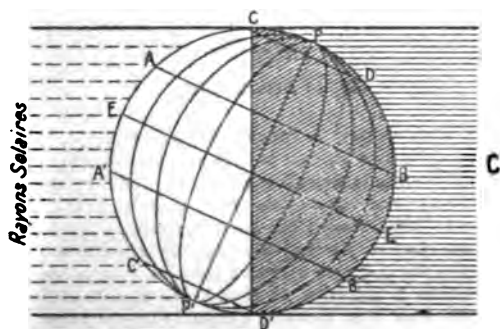
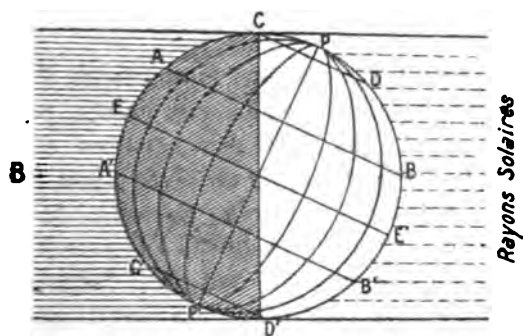
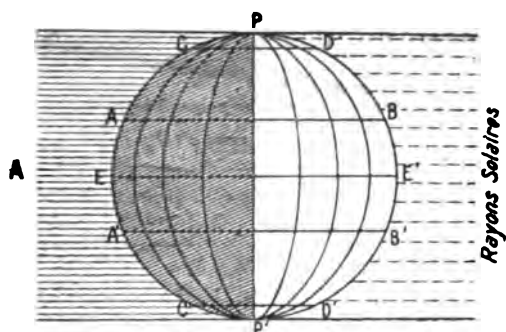
tandis que tous les points de la calotte sphérique $C'P'D'$, qu'on appelle zone polaire méridionale, ne connaîtront pas le jour. Tout le reste du globe aura un jour et une nuit de valeur très inégale suivant la latitude. On voit que le cercle équatorial est le seul qui soit partagé en deux parties égales par le cercle d'éclairement, et, par conséquent, que l'équateur seul aura un jour et une nuit de 12 heures. Depuis l'équateur jusqu'au cercle polaire nord, le jour ira en augmentant jusqu'à ce qu'il atteigne 24 heures. Depuis l'équateur jusqu'au cercle polaire sud, il ira en diminuant jusqu'à ce qu'il atteigne 0 heure.

Au solstice d'hiver les conditions sont exactement inverses de celles du solstice d'été. On s'en rend compte suffisamment d'après la figure C, sans



qu'il soit besoin de reprendre le raisonnement. Les valeurs du jour sont les mêmes qu'au solstice d'été, mais les chiffres de l'hémisphère nord deviennent ceux de l'hémisphère sud et réciproquement. Entre les équinoxes et les solstices s'établit une transition graduelle, si bien que, de l'équinoxe d'automne à l'équinoxe de printemps, les jours sont constamment plus longs que les nuits pour l'hémisphère sud. Les conditions sont inverses de l'équinoxe de printemps à celle d'automne.

Le jour étant une période de réchauffement et la nuit une période de refroidissement, on comprend maintenant comment les saisons sont dues à l'inclinaison de l'écliptique. La saison chaude est pour tout point de la surface terrestre la période des longs jours, la saison froide est la période des longues nuits. L'inégalité des jours augmentant avec la latitude, les saisons devront être de plus en plus tranchées au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur. La rotundité de la terre entraînerait déjà la conception des zones climatiques, l'inclinaison de l'écliptique donne les moyens d'en fixer théoriquement les limites. Entre les parallèles de $23^{\circ} 27'$ nord et $23^{\circ} 27'$ sud (tropicque), s'étend une zone dite *tropicale*, où les jours et les nuits varient peu, ainsi que la chaleur de l'air. Au nord et au sud de la zone tropicale, on distingue deux zones *tempérées*, s'étendant jusqu'au cercle polaire, où les jours et les nuits varient fortement, mais sans atteindre jamais 24 heures, et où, par suite, la température est soumise à des oscillations très notables dans le courant de l'année. Enfin, au delà des cercles polaires s'étendent les régions les plus froides du globe, grâce à la durée de la nuit atteignant de 24 heures à 6 mois.



C'est ainsi qu'on peut dresser un tableau de la durée du jour aux différentes latitudes à un moment quelconque de l'année :

	SOLSTICE D'ÉTÉ		SOLSTICE D'HIVER	
	Hémisphère nord	Hémisphère sud	Hémisphère nord	Hémisphère sud
Équateur	12 h.	12 h.	12 h.	12 h.
30°	13 h. 12'	10 h. 48'	10 h. 48'	13 h. 12'
30°	13 h. 56'	10 h. 4'	10 h. 4'	13 h. 56'
40°	14 h. 52'	9 h. 8'	9 h. 8'	14 h. 52'
50°	16 h. 18'	7 h. 42'	7 h. 42'	16 h. 18'
Cercle polaire	24 h.	0 h.	0 h.	24 h.

On comprend aisément toute l'importance d'une pareille considération, si on remarque qu'en France, par exemple, la durée moyenne du jour aux solstices est d'environ 16 heures en été et 8 heures en hiver : soit 8 heures de différence, ce qui représente un parcours de 1.200 kilomètres pour un avion faisant du 150 à l'heure ⁽¹⁾.

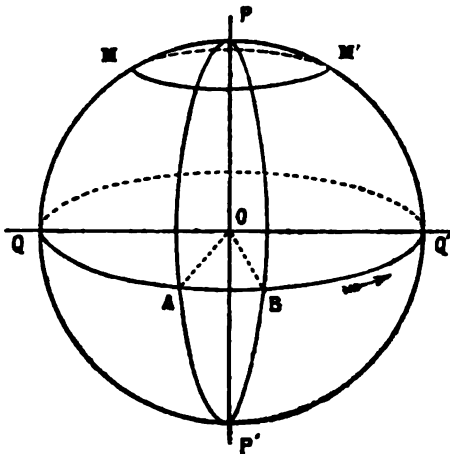
Quand on pourra voler de nuit aussi facilement que de jour ⁽²⁾ cette question ne présentera plus un grand intérêt ; mais jusque-là nous devons en tenir compte dans l'établissement des horaires aériens ainsi d'ailleurs que d'une deuxième considération : celle de la rotation de la terre sur elle-même, rotation qui a pour conséquence d'établir des différences d'heure entre les divers points du globe qui ne sont pas situés sur le même méridien.

(1) Avant le lever et après le coucher du soleil (aube et crépuscule) il existe un laps de temps, variable suivant la latitude et les époques de l'année, car il dépend de l'inclinaison de la trajectoire solaire sur l'horizon, pendant lequel règne une clarté suffisante pour voler. Mais on ne peut en tenir compte d'une façon permanente pour l'établissement des horaires que dans les pays où le ciel n'est généralement pas couvert (Extrême-Sud algérien ou tunisien par exemple).

(2) L'expérience de la guerre a prouvé que les voyages de nuit étaient parfaitement réalisables à condition de réduire les chances de panne par l'emploi de moteurs aussi sûrs que possible, d'établir des itinéraires bien jalonnés et d'aménager des terrains d'atterrissage appropriés.

Quand il est midi à Paris par exemple, il est 12^h40 à Rome, 16^h42 à Bombay, 21^h9 à Tokio et 6^h55 à New-York.

Or, cette question qui a déjà une certaine importance pour les horaires des trains, puisqu'il existe une différence d'une heure entre ceux de l'Europe Centrale et Occidentale, en présente encore davantage pour les avions qui sont plus rapides et peuvent par conséquent réaliser dans la même journée de plus grands écarts en latitude.



Soient :

O le globe terrestre qui tourne autour de son axe PP' dans le sens indiqué par la flèche ;

QQ' le grand cercle de l'équateur ;

MM' un parallèle (petit cercle).

La circonférence étant divisée en 360° , il en résulte que chaque point de la terre tourne en une heure de $\frac{360}{24}$, soit 15° , et que, par conséquent, 4 minutes de temps valent 1° .

La circonférence de la terre étant de 40.000 kilomètres, la longueur d'un degré de l'équateur sera de $\frac{40.000}{360}$, soit 111 kilomètres.

Si l'angle \widehat{AOB} de deux points A et B situés sur l'équateur vaut 10° , la différence d'heure entre A et B sera de 40 minutes, ce qui signifie que le soleil se lèvera 40 minutes plus tôt en B qu'en A, et se couchera 40 minutes plus tard en A qu'en B; il en résulte qu'un avion pourra partir de jour 40 minutes plus tôt de B que de A et qu'en allant de A vers B il risque d'être surpris par la nuit avant d'arriver *s'il calcule son itinéraire d'après l'heure du lieu de départ A*. Supposons en effet que A et B aient adopté tous deux l'heure du méridien de A. L'avion prenant son vol en A au lever du soleil — c'est-à-dire à 6 heures — ne disposera pour se rendre en B que de $11^h 20$ de clarté diurne ⁽¹⁾, puisque au moment de son départ il est déjà $6^h 40$ en B. Inversement, en partant de B au lever du soleil en ce point, soit 40 minutes avant que cet astre apparaisse en A, on bénéficiera d'un supplément de jour correspondant.

Ainsi notre avion volant autour de l'équateur à la vitesse de $\frac{40.000}{24}$, soit 1.666 kilomètres à l'heure, et en sens inverse du mouvement de rotation de la terre, trouverait toujours le



La vitesse de rotation d'un point du globe situé à 85° de latitude est de 145 km. à l'heure. Un avion volant à cette allure en sens inverse et suivant le parallèle 85° accompagnera donc le soleil dans sa course..... il pourra même le devancer en accélérant son vol et parvenir en certains endroits la veille du jour de son propre départ.

soleil à la même hauteur au-dessus de l'horizon; il se contente de courir à sa poursuite à une allure égale à la vitesse de rotation de notre planète diminuée de la sienne propre.

(1) Sans tenir compte de l'aube et du crépuscule.

Si maintenant nous considérons que les parallèles diminuent à mesure qu'on se rapproche des pôles, il en existe par conséquent un dont tous les points tournent aussi vite que l'aéroplane; ce dernier pourrait donc, sauf dans les zones polaires, voyager toujours à la même heure et dans une clarté continuelle...

C'est ainsi que la longueur du degré ⁽¹⁾ du parallèle 85° étant de 9^{km} 700, la circonférence de ce cercle a un développement de $9,7 \times 360 = 3.492$ kilomètres.

Un aéronef atteignant $\frac{3.492}{24}$, soit 145 kilomètres à l'heure, ferait donc en 24 heures le tour complet du 85° parallèle.

En se dirigeant vers l'ouest et en accélérant l'allure il devancerait le char de Phébus et parviendrait en certains endroits la veille du jour de son propre départ!...

2° INFLUENCE DES COURANTS AÉRIENS. — L'influence des courants atmosphériques sur la navigation aérienne est considérable. Cela tient à ce que l'avion, ayant son point d'appui dans l'air qui l'entoure de toutes parts, participe à toutes ses fluctuations; il en est ainsi du ballon inerte au sein des courants qui l'emportent dans l'espace; mais s'il s'anime et, sous la poussée de ses hélices, se met en mouvement, il aura une allure propre qui lui permettra de lutter contre le vent contraire, ou d'ajouter son action à celle d'un vent favorable.

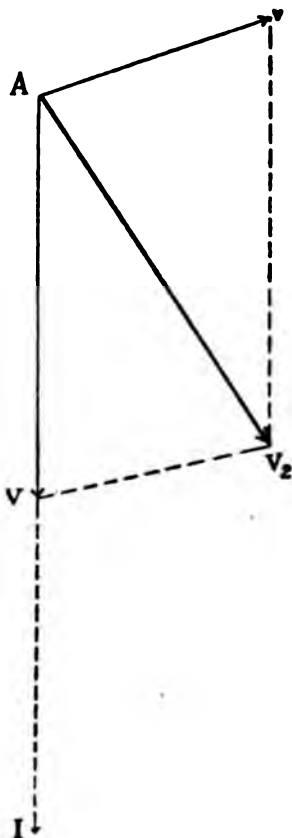
(1) Les longueurs du degré de parallèle aux diverses latitudes sont les suivantes :

LATITUDE	LONGUEUR du degré en km.	VITESSE de rotation à l'heure
0° Équateur.	111	1.666 km.
40°	85	1.274 km.
80°	19	285 km.
85°	9,7	145 km.
90°	0	0

Ainsi la valeur du déplacement d'un avion par rapport au sol dépend de l'*intensité* et de la *direction* des courants aériens ambiants; elle suit la loi des composantes des forces en mécanique : *si le vent et l'avion vont dans le même sens leurs vitesses s'ajoutent, dans le cas contraire la résultante est égale à leur différence* ⁽¹⁾.

(1) Soient : V la vitesse propre de l'avion,
 v la vitesse du vent,
 V_r la vitesse résultante de l'avion par rapport au sol.

On a : $V_r = V + v$ par vent arrière,
 $V_r = V - v$ par vent contraire.



Dans la question qui nous intéresse, c'est-à-dire l'établissement des horaires pour des services de transports réguliers, la connaissance des mouvements de l'atmosphère est d'un intérêt primordial. Malheureusement, la science météorologique n'a pu dégager encore, malgré bien des observations et bien des moyennes, des règles suffisamment précises pour prévoir avec certitude les sautes d'humeur d'un caractère aussi mobile et capricieux que celui du vent (1).

Si la vitesse du vent est égale ou supérieure à celle de l'avion on aura :
 $V_r = 0$ ou $V_r = v - V$;

dans le premier cas, l'avion restera sur place sans pouvoir avancer, dans le second cas il reculera.

Soient : A un avion de vitesse V,

v la vitesse du vent en grandeur et direction.

La résultante V_r s'obtient d'après le principe du parallélogramme des forces.

Examinons maintenant le cas d'un avion A se dirigeant vers le point I à une vitesse V.

Sans le vent, il volerait directement de A en I à une vitesse V; mais l'action du vent v a pour effet :

1° De ralentir sa marche;

2° De le dévier suivant un angle ω qui représente la *dérive* de l'avion par rapport à la direction de route AI.

Le pilote est donc obligé de corriger au gouvernail l'action de la dérive et obtient un effet de « marche en crabe » de son appareil.

(1) Nous extrayons du remarquable ouvrage de M. A. BERGET, *La Physique du Globe*, le chapitre suivant sur les *Prévisions météorologiques* :

Centralisation des observations. — Indépendamment des symptômes « locaux » qui peuvent servir d'indication pour les changements de temps, il y a des symptômes « généraux » qui, logiquement utilisés, augmentent la probabilité avec laquelle on peut non pas « prédire » mais « prévoir » le temps dans un délai d'ailleurs toujours très court.

A cet effet, on a organisé, grâce à l'initiative de l'astronome Leverrier, en 1855, un Service météorologique général, qui centralise en un seul point les observations faites en un grand nombre de stations disséminées sur une vaste étendue. C'est le « Bureau central météorologique » qui, en France, est chargé de publier, chaque jour, sous forme de carte synoptique, ces résultats que lui transmet le télégraphe, et de prévenir, par dépêche, les ports et les principaux centres agricoles des prévisions qu'on peut déduire de ce travail, au point de vue du « temps » à venir.

Aux États-Unis, où ce service, confié au « Weather Bureau », est parfait, les observations transmises sont toutes faites « rigoureusement à la même heure » du même méridien : 8 heures matin et 8 heures soir. En France, malheureusement, les observations recueillies au Bureau central météorologique correspondent souvent à des écarts de 4 et 5 heures, durant lesquels de profondes modifications ont le temps d'affecter l'état de l'atmosphère. Cependant, tel qu'il est, notre Bureau rend d'incalculables services.

Sans doute on peut déjà signaler quelques heures à

Cartes météorologiques. — Les résultats convenablement réduits sont chaque jour portés sur deux cartes, l'une consacrée à la pression barométrique, l'autre à la température et à ses variations. Ces cartes sont publiées chaque jour.

Outre les isobares et les isothermes, elles portent d'autres lignes, numérotées en chiffres romains : ce sont les lignes qui réunissent les lieux où la pression a varié de la même quantité pendant un jour ; 15 millimètres, par exemple. Ce sont les lignes d'« égales variations barométriques ». Sur les cartes des températures on trouve également des lignes d'« égales variations thermométriques ». Ces lignes sont appelées « isanomales ». Leur importance est considérable, quand il s'agit de prévoir l'arrivée des bourrasques, comme nous allons le montrer.

C'est en comparant des cartes synoptiques avec celles de la veille, que l'on peut avoir des lumières sur la probabilité du temps du lendemain et en prévenir télégraphiquement les ports, ce qui, en cas de tempête annoncée, évite très souvent des sinistres nombreux.

Prévisions des tempêtes. — Il faut reconnaître que la position géographique de l'Europe Occidentale la met dans des conditions défavorables au point de vue de l'avertissement.

Comme nous l'avons vu et expliqué, presque toutes nos tempêtes viennent de l'ouest, et s'abattent sur nos côtes en arrivant de l'Atlantique. Longtemps on avait cru pouvoir en être averti par des télégrammes venus des États-Unis. Mais il suffit de jeter les yeux sur la carte des circuits de circulation générale pour voir que « plus de la moitié » des tempêtes se sont formées sur l'Atlantique nord.

C'est donc aux stations avancées vers l'ouest qu'il faut demander des avertissements télégraphiques. Ces stations sont au nombre de trois : les Açores, Valentia (Irlande) et l'Islande. Les Açores, malheureusement, ne sont pas d'un grand secours : elles reçoivent peu de tempêtes, voisines qu'elles sont du maximum de pression atlantique. L'Islande, admirablement située, a l'inconvénient de n'avoir pas de câbles sous-marins. Il faut donc s'en rapporter aux indications de la seule station de Valentia, en attendant que la télégraphie sans fil nous permette de recevoir directement les radiogrammes de Reykjavick.

Signes précurseurs des dépressions. — Outre les isobares et les isanomales, les cartes barométriques portent des indications relatives à l'intensité des vents.

La première chose à faire, en inspectant sur la carte ce qui se passe aux environs de Valentia, sera de regarder les isobares : une tendance à la baisse, dans cette station avancée, est toujours une probabilité du mauvais temps. Si, par surcroît, les lignes d'égales variations entourent Valentia concentriquement, c'est plus qu'un mauvais temps, c'est une tempête qui s'approche.

Il faut en outre regarder attentivement, sur les cartes journalières, la façon dont change la direction des vents autour de cette station avancée, afin de voir si cette giration est conforme à celle qu'indique la loi de Dove pour nos climats. Si donc on voit se succéder des vents faibles de sud, passant graduellement vers le sud-ouest, on peut être certain de l'arrivée de la bourrasque.

Il faut veiller avec soin sur les dépressions partielles provenant du tronçonnement d'une dépression principale. Ces segments se suivent parfois d'assez près : pendant que l'un s'abat sur l'Europe Centrale, l'autre arrive sur Valentia.

Enfin, le retour d'une hausse persistante indique le rétablissement de la zone de haute pression, et la régularisation du courant de l'air dans le circuit atlantique.

l'avance les troubles atmosphériques importants, ce qui

Symptômes locaux. Observation des nuages. — Indépendamment de l'étude des cartes il est essentiel d'observer les symptômes qui, à chaque station, fournissent des probabilités pour le temps du lendemain. Les marins, réduits à ces seules ressources, sont connus pour la sûreté de leurs prévisions.

Au premier rang il faut placer l'observation des nuages.

Si nous sommes près de la rive septentrionale du grand circuit atmosphérique, c'est-à-dire au nord de la zone de calme, les cirrus constituant un ciel « pommelé » sont presque toujours un signe de mauvais temps, surtout avec vent d'ouest et de sud-ouest. En général, l'apparition des cirrus précède la baisse du baromètre. Quand cette situation s'affirme, le ciel se couvre de nimbus, et la pluie tombe en été ; en hiver il neige. Si l'observateur, au contraire, est placé à l'est ou au sud de la zone de calme, là où passe la fraction descendante de la boucle, la baisse du baromètre n'est pas un signe de pluie quand les cirrus arrivent par vents du nord ou de nord-est, mais un symptôme de maintien du temps sec et froid ; là encore, il faut observer le baromètre concurremment avec les cirrus qui fournissent la meilleure indication sur la direction des vents supérieurs.

La pureté plus ou moins grande du ciel et sa coloration au coucher du soleil, dépendant de la quantité d'eau contenue dans l'air, sont d'excellents pronostics locaux. Les paysans et les pêcheurs en tirent le meilleur parti.

On voit donc qu'en combinant ces signes locaux avec l'étude des cartes générales, on peut espérer une prévision exacte pour 24 heures d'avance. Aller plus loin n'est pas encore en notre pouvoir.

Types de temps. — Quand on compare entre elles les cartes météorologiques quotidiennes, on n'en trouve jamais deux qui soient identiques ; mais on en trouve beaucoup qui se rapprochent d'un « type » déterminé de groupements des isobares.

En faisant ces comparaisons, on arrive à comparer des cartes qui représentent un type de temps déterminé, résultant d'observations faites pendant de longues années. On a créé ainsi plusieurs types de temps, parmi lesquels certains se montrent plus fréquemment que d'autres sur les cartes synoptiques : ce sont les types stables, caractérisés toujours par la présence bien déterminée, bien assise, d'un anticyclone.

On conçoit l'intérêt que présente l'étude de ces « types de temps » au point de vue des prévisions météorologiques ; mais elle est encore trop peu avancée actuellement pour que nous nous y étendions davantage dans ces leçons qui doivent rester élémentaires et générales. Il nous suffit de l'avoir signalée à l'attention de ceux de nos lecteurs qui voudront pousser plus loin l'étude de la météorologie.

Prévisions à longue échéance. Périodes. — Quant aux prévisions aux longues échéances, nous avons dit plus haut combien la science était peu faite sur ce point. On a essayé de constater des quantités de périodes différentes, les unes solaires, les autres lunaires, d'autres correspondant aux variations du niveau de certaines mers intérieures. Jamais on n'a eu de résultats vraiment scientifiques. Les influences extérieures à la Terre sont trop complexes pour qu'on puisse tirer de leur étude des résultats suffisamment sûrs.

Dans l'état actuel de la science, la prévision certaine à longue échéance est illusoire : elle n'est plus du domaine scientifique, elle est, nous le répétons, de celui de la fantaisie.

représente un grand intérêt pour les voyages à longue distance, mais pour les parcours moyens et sous nos latitudes ⁽¹⁾ il faut avouer notre impuissance et reconnaître qu'il est bien difficile d'établir des méthodes vraiment pratiques permettant d'utiliser des courants aériens ⁽²⁾.

Évidemment l'expérience a fini par démontrer qu'il existait dans chaque région des « vents dominants » quoique variables aux différentes époques de l'année ⁽³⁾.

Mais souvent dans la même journée et dans des régions très voisines il se produit des sautes imprévues, des variations brusques de température, fidèlement enregistrées d'ailleurs par des instruments d'une sensibilité sans égale, mais dont la faculté de prévision encore peu aiguisée permet toujours au « Vieux Major » de faire, dans ses « bulletins sur le temps », des prédictions journalières, dont

(1) Dans les régions équatoriales et tropicales, il existe des courants aériens continus de grande amplitude et qui circulent dans l'atmosphère avec une grande régularité à certaines époques de l'année. Sous nos latitudes la caractéristique du régime des vents est l'instabilité.

(2) Grâce à sa connaissance parfaite du régime des vents aux diverses altitudes dans le golfe du Lion, M. Cappazza, par exemple, a pu faire en ballon libre la traversée de Nice en Corse, véritable tour de force aéronautique, une erreur de quelques degrés à l'est ou à l'ouest risquant de l'entraîner en pleine mer où il aurait été irrémédiablement perdu.

(3) C'est en comptant sur l'aide des vents alizés que MM. Élisée Reclus, A. Berget et Cappazza ont établi en 1903 un projet de traversée de l'Atlantique en dirigeable — voire même en ballon libre — ... *audentes fortuna juvat*.

La conclusion de leur étude parfaitement documentée et reposant sur les données les plus sûres de la science météorologique est :

« Qu'en partant des Canaries dans un quelconque des cinq premiers mois de l'année et en restant dans une certaine zone au-dessus du niveau de la mer, on ne peut aller ailleurs que sur la côte sud ou centre de l'Amérique.

« La force moyenne des vents alizés est de 53 kilomètres à l'heure au niveau de la mer, c'est-à-dire très probablement moitié plus vite à 500 mètres plus haut. On a donc deux limites de la durée du voyage :

« 1^o En divisant le trajet le plus long par la vitesse la plus faible ;

« 2^o En divisant le trajet le plus court par la vitesse maximum.

« Soit Canaries—Yucatan : $\frac{8.000}{53} = 151$ heures.

« Canaries—Para : $\frac{4.200}{80} = 53$ heures. »

Ainsi un avion qui effectuerait la traversée de l'Atlantique dans les conditions

l'étonnante précision et la souriante bonhomie trouvent toujours auprès du public le plus favorable accueil...

Nous nous bornerons donc à traiter la question d'une façon générale et dans le sens qui nous intéresse.

Au début de l'aviation, le vent et les remous étaient fort à craindre ; les appareils « tangents », volant à des vitesses relativement faibles, luttaien difficilement contre des courants considérés aujourd'hui comme peu violents et « encaissaient » consciencieusement tous les à-coups du remuement aérien : et c'étaient, aux heures chaudes de la journée, une danse éperdue au passage des vallées formant couloir, des bonds désordonnés au-dessus des bois qui saturaient l'air d'humidité provoquant des remous d'une violence inouïe contre lesquels nos malheureux pilotes, cramponnés aux commandes, se débattaient à grands coups d'ailerons et de gouvernails. Combien de ces luttes obstinées et solitaires contre les éléments perfides et déchaînés se sont terminées par la chute mortelle de l'oiseau vaincu par la fatigue...

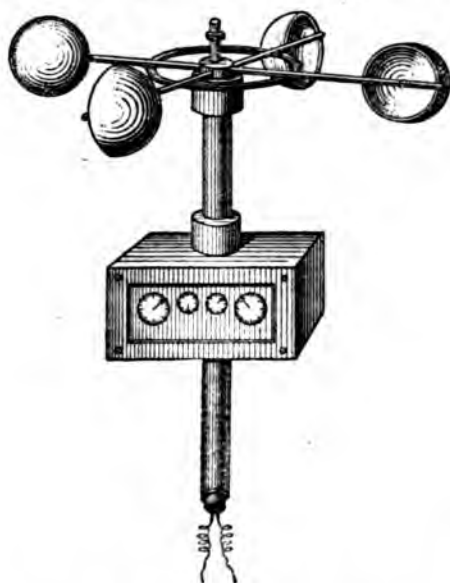
Puis, les appareils, devenant plus stables, leur poids et

indiquées ci-dessus réaliserait des économies de temps et de combustible considérables.

En effet, on peut établir la comparaison suivante :

PARCOURS	DISTANCES	VITESSES MOYENNES	DURÉES du parcours	RAPPORT de consom- mation entre les durées de parcours normal et minimum
Canaries à Yucatan	8.000	170 km. Vitesse normale. . . . 223 km. avec vent AR de 53 km. 250 km. avec vent AR de 80 km.	47 heures 36 — 32 —	Environ 3/2
Canaries à Para	4.200	170 km. Vitesse normale. . . . 223 km. avec vent AR de 53 km. 250 km. avec vent AR de 80 km.	24 heures 19 — 16 —	

leur vitesse augmentant, ont effleuré d'une aile insoucieuse le bord des gouffres menaçants qui s'entr'ouvraient sur leur passage..., un léger choc, un balancement, un frémissement à peine perceptible et l'obstacle est franchi...



Est-ce à dire qu'il est possible de voler par tous les temps?

Il y a évidemment une limite que l'avion ne dépassera pas : *c'est quand sa vitesse propre sera égale à celle du vent.* En ce cas il n'aura rien de mieux à faire que de rester dans son hangar.

Mais comme on a intérêt, pour assurer aux services permanents la plus grande régularité possible, à employer des appareils capables de lutter contre la majorité des vents, il est indispensable de connaître l'ordre de grandeur et la fréquence de ces derniers le long des parcours adoptés.

Les météorologistes ont établi le classement suivant :

Vent calme : inférieur à 1 mètre à la seconde;

Vent faible : 1 à 4 mètres par seconde ;

Vent modéré : 4 à 8 mètres par seconde ;

Vent assez fort : 8 à 12 mètres par seconde ;

Vent fort : 12 à 16 mètres par seconde ;

Vent violent : 16 à 25 mètres par seconde ;

Ouragan : plus de 25 mètres par seconde.

Une vitesse de 40 mètres à la seconde représente du 140 kilomètres à l'heure : telle est la plus grande violence des ouragans (1).

Mais il est à la fois dangereux et bien inutile d'exposer un appareil à la bourrasque. *L'expérience des dernières années de vol ayant démontré que les vents de 60 kilomètres — 18 mètres à la seconde — sont relativement rares, sur de longs parcours nous considérerons pratiquement ce chiffre comme un maximum.*

Ainsi un avion postal effectuant normalement le trajet Paris—Bordeaux en 8 heures, soit 500 kilomètres à l'allure de 62 kilomètres à l'heure, pourra l'accomplir dans le même délai et contre *tous les vents* s'il possède une allure propre de : 62+60, soit 122 kilomètres à l'heure.

3° ARRÊTS. — Mais la vitesse que nous venons de déterminer s'entend : voyage Paris—Bordeaux *sans escale*. Or certaines raisons militent en faveur de la création de

(1) La direction est indiquée par des « girouettes », aiguilles empennées mobiles sur un pivot et qui s'orientent dans le sens du vent ; leur sensibilité est d'ailleurs toute relative, car elles sont soumises à l'action de la chaleur, de la poussière et de l'humidité... et leur mauvaise humeur s'exhale en grincements caractéristiques...

Quant à la vitesse, elle est généralement mesurée par des « anémomètres ».

Mais ces divers instruments ne donnent d'indication que sur le vent « à terre ».

Pour connaître la valeur des courants aériens aux diverses altitudes on emploie généralement le procédé suivant :

Un ballonnet (1 mètre de diamètre environ) est gonflé au gaz d'éclairage ou à l'hydrogène. On détermine sa force et sa vitesse ascensionnelles par un pesage préalable, puis on le laisse s'envoler et on suit son parcours dans l'espace au moyen d'un théodolite, par exemple en notant toutes les 10 secondes les angles de visée vertical et horizontal. On obtient ainsi une série de points qui déterminent le trajet du ballonnet et permettent de construire la courbe de sa vitesse — donc celle du vent — à tout moment et aux diverses altitudes.

stations intermédiaires : Tours, Angoulême..., par exemple, sont des villes importantes qu'il y a le plus grand intérêt à desservir, au point de vue du rendement économique de la ligne aérienne; d'autre part, la quantité de combustible à transporter pour un voyage de 8 heures diminue d'autant la charge en voyageurs et en marchandises et par conséquent les bénéfices de la Compagnie.

Un bi-moteur 700 HP, par exemple, consommant près de 1.300 kilos d'huile et d'essence en 8 heures, amènerait huit passagers de plus s'il pouvait se réapprovisionner à moitié route.

On jalonnera donc la ligne aérienne par des aéro-gares secondaires en tenant compte du fait que le retard imposé à l'avion, par des atterrissages en cours de route, dépend à la fois du nombre des arrêts et de la durée de chacun d'eux.

Il semble que pour faire le plein des réservoirs, échanger les marchandises et permettre le déplacement des voyageurs, il suffise de 30 à 40 minutes. *Nous adopterons donc ces chiffres pour base de nos calculs*, le premier pour les transports rapides, le deuxième pour les omnibus.

Dès lors nous possédons tous les éléments nous permettant de déterminer la *vitesse commerciale* d'un avion sur une ligne de transports permanents.

Si nous créons par exemple quatre stations entre Paris et Bordeaux avec halte de 30 minutes à chacune d'elles, le parcours devra être effectué en 6 heures au lieu de 8, et, finalement, la vitesse moyenne de notre avion sera de 143 kilomètres à l'heure.

Si nous trouvons ce chiffre trop élevé, soit à cause de la diminution de poids utile ou pour toute autre raison, nous réduirons la vitesse du plus fort vent contraire. Les tables anémométriques de l'année nous indiqueront la diminution correspondante des « jours volables » sur les parcours qui nous intéressent.

D'ailleurs, sur un trajet aussi long, à travers des régions fort dissemblables comme climat (bassin de Paris, Plateau

central, côtes de l'Océan) et dans des directions différentes, il y a bien peu de chances pour que le vent soit constamment défavorable.

L'expérience seule pourra fournir des données suffisamment précises sur cette question. C'est pourquoi il est indispensable — et d'autres nations nous ont déjà devancés dans cette voie — de créer, à titre d'essai, des lignes aériennes permanentes pour établir sur des bases certaines leurs véritables coefficients de rendement économique.

4° VITESSE NORMALE A L'ALTITUDE MOYENNE DE VOYAGE. — Quand il s'agira de construire le type d'avion destiné à assurer un service des transports déterminé, *une des premières questions qui se posera sera celle de la vitesse propre qu'il conviendra de lui donner.*

Problème complexe, tout au moins en apparence, car les bases sur lesquelles on devra s'appuyer pour le résoudre sont des plus variées et parfois même contradictoires ; nous aurons l'occasion d'en rencontrer de nombreux exemples au cours de cet ouvrage.

Vaudra-t-il mieux choisir, pour une même puissance motrice, un appareil relativement lent, mais d'une grande capacité de transport, plutôt qu'un appareil rapide mais à charge utile plus réduite ?

Tel préférera transporter 2 tonnes à 150 kilomètres à l'heure, tel autre un poids moindre à une vitesse supérieure (1) ; et, portant ainsi sur toute la gamme des proportions, la discussion pourra durer longtemps...

Nous comptons donc sur les résultats de la pratique pour nous apporter à ce sujet les précieux enseignements

(1) Considérons, par exemple, qu'un gros appareil de 700 HP peut enlever près de 4 kilos par HP — soit 2.800 kilos — à une vitesse de 150 kilomètres à l'heure.

Un petit avion de 300 HP, volant à 300 kilomètres, n'emportera que 800 grammes par HP comme charge utile, soit 160 kilos.

Pour transporter une même charge utile de 2.800 kilos, il faudrait donc dix-sept petits avions représentant 3.400 HP contre les 700 HP du gros appareil.

Pour tous les engins de locomotion — bateau, automobile, locomotives, etc., la vitesse est une grande « mangeuse » de force motrice.

de l'expérience. Mais, en attendant, nous croyons faire œuvre utile en démontrant qu'il existe, *pour chaque ligne de navigation aérienne, un minimum de vitesse qu'il convient, dans l'état général des transports en commun, de ne pas dépasser*. Ce point établi, nous verrons se simplifier considérablement le problème.

Supposons que nous voulions créer une ligne postale aérienne.

La France étant sillonnée de routes et de voies ferrées, *il est nécessaire que l'avion postal, d'une capacité moindre que l'automobile et le chemin de fer qui contribuent à assurer le transport du courrier, ait au moins sur ces deux engins de locomotion l'avantage de la vitesse* (1).

L'allure moyenne de route d'une automobile de tourisme étant d'environ 50 kilomètres à l'heure et celle d'un train de voyageurs de 60, nous admettrons que nous disposions d'un avion faisant du 100.

Dans quelles conditions pourrions-nous l'utiliser ?

Sous nos latitudes (50°) la durée du jour au solstice d'hiver étant de 8 heures environ, nous ne franchirons par la voie des airs que 800 kilomètres en 24 heures, alors qu'un train en aura couvert 1.440 dans le même temps.

Il y a plus.

Nous sommes obligés de tenir compte de l'action accélératrice ou retardatrice des vents sur l'avion. La première donnant un bénéfice de temps sur le parcours peut être utilisée soit pour retarder le départ, soit pour prolonger les haltes aux stations intermédiaires, soit enfin pour arriver

(1) Pour un même parcours, bien entendu.

De même que sur une ligne aérienne suivant une voie maritime l'avion devra être plus rapide que le bateau.

On remarquera d'ailleurs que le réseau des voies ferrées en France a une disposition radiale, les principales lignes partant de Paris en éventail. Les directions *transversales* sont mal desservies et comme quantité et comme rapidité des trains. C'est ainsi qu'un service postal aérien Valence—Angoulême, par exemple, ou suivant le littoral de la Manche ou de l'Océan, réduirait dans de notables proportions les durées de voyage des correspondances acheminées sur ces parcours.

plus tôt à destination. Mais c'est la seconde seule qui influera sur les horaires *à cause des correspondances*. Les voyageurs ne demanderont pas mieux que de gagner du temps, *mais n'admettront pas des retards d'une durée toujours incertaine et qui peuvent devenir considérables sur tout à cause des arrêts de nuit*.

Supposons que la Compagnie de transports aériens Paris—Bordeaux utilise un type d'avion faisant du 150 et qu'elle établisse son horaire en tablant sur cette vitesse :

LOCALITÉS	DISTANCES	DURÉE de parcours	HORAIRE (arrêts de 30')	CORRESPONDANCES			
				Heures de départ sur	Distances	Durée de parcours	Arrivée
Paris . . .			D. 15 ^h 32'				
Tours . . .	220	1 ^h 28'	A. 17 D. 17 30	Nantes : 17 ^h 40' . . .	170	1 ^h 8'	18 ^h 48'
Angoulême .	195	1 18	A. 18 48 D. 19 18	Clermont-Ferrand :			
Bordeaux . .	105	42	A. 20	18 ^h 50'	240	1 36	20 26

Or, à la latitude de Bordeaux, la clarté diurne par un temps clair et aux plus longs jours de l'été ne se prolonge pas au delà de 20^h 30.

Nous en concluons aussitôt que si notre avion éprouve un retard de plus de 30 minutes, il n'arrivera pas de jour au terme du voyage et devra s'arrêter jusqu'au lendemain.

Il en est de même pour la correspondance de Clermont-Ferrand où l'arrivée n'est prévue qu'à l'extrême limite du jour : 20^h 26.

Comme la plus légère brise défavorable suffira pour provoquer de pareils effets (un vent contraire de 20 kilomètres retardera l'avion de 30 minutes sur 500 kilomètres), nous en concluons que pour un service quotidien chargé d'assurer l'arrivée du courrier avant la fin du jour à Bordeaux ou à Clermont, l'horaire précédent est à modifier.

On sera donc obligé d'admettre une vitesse maximum de vent contraire par laquelle l'avion ne devra plus voler, ou tout au moins les correspondances ne seront plus garanties, et de prendre cette vitesse comme base des calculs dans l'établissement des horaires (1).

(1) Le tableau de moyenne des vents pour un parcours déterminé indiquera non seulement la *force* des courants aériens aux diverses altitudes de voyage, mais encore leur *direction* pour permettre de calculer exactement leur action sur les avions, un vent oblique n'ayant pas la même influence qu'un vent avant ou arrière.

Considérons un trajet A B et un extrait du tableau anémométrique correspondant :

VITESSE MOYENNE DU VENT ramenée à la direction de route	DURÉE DANS L'ANNÉE		
	Au sol	A 500 m.	Etc.
Tempêtes, ouragans, brouillard, etc.	21 jours		
Vent supérieur à 60 km. à l'heure	30 —		
Vent supérieur à 40 km. à l'heure	95 —		
Vent supérieur à 20 km. à l'heure	200 —		
Brise légère.	19 —		
	365 jours		

En retranchant les 21 jours de tempête et brumes, pendant lesquels toute sortie sera rigoureusement interdite, il reste donc 344 jours « volables » par an.

Admettons que le vent souffle tantôt dans un sens, tantôt dans un autre par nombre égal de jours dans l'année.

Le trajet A B aura lieu pendant 172 jours par vent contraire, et, s'il doit être accompli dans un délai déterminé (la durée du jour, par exemple), il faudra bien, pour parvenir à ce résultat, disposer d'un avion qui puisse annihiler l'action retardatrice du plus fort vent contraire, c'est-à-dire dont la vitesse propre soit supérieure de 60 kilomètres à celle qui lui aurait été suffisante *sans vent*.

Si on veut effectuer par exemple le parcours Paris—Marseille—Nice — soit 875 kilomètres — dans le courant des plus longues journées d'été — soit en 16 heures — on devra employer un avion ayant une allure propre minimum de : $\frac{875}{16} = 54$ kilomètres à l'heure *sans vent* augmentée de la vitesse du plus fort vent contraire (60 kilomètres) soit 114 kilomètres.

Toute diminution apportée à ce chiffre de 114 kilomètres réduira le nombre de jours « volables » dans l'année. Et si on est obligé d'utiliser un appareil ne donnant que du 94, on n'accomplira le trajet que pendant : $344 - \frac{30 + 95}{2} = 282$ jours par an au lieu de 344, puisque la vitesse du vent contraire est supérieure à 40 kilomètres pendant $\frac{30 + 95}{2}$ jours par an. Or l'allure de $94 - 40 = 54$ kilomètres est insuffisante pour accomplir tout le voyage en une seule journée de 16 heures.

En nous basant sur la pratique des vols au cours de ces dernières années ⁽¹⁾, nous l'avons fixée à 60 kilomètres. Mais alors notre avion postal, n'avancant plus qu'à 100 — 60, c'est-à-dire 40 kilomètres à l'heure, ne franchira que 320 kilomètres en une journée, ce qui représente *en 24 heures* une allure moyenne de 14 kilomètres à l'heure! et nous n'avons pas tenu compte des arrêts en cours de route pour le ravitaillement en combustible.

Ainsi nous mettrions plus de deux jours (et une nuit) pour aller de Paris à Marseille (700 kilomètres), distance que le train franchit en une seule nuit ⁽²⁾.

Il nous faudra donc un appareil plus rapide. Mais comment pourrions-nous bien le choisir?

Prenons un cas concret et cherchons à déterminer la vitesse propre d'un avion ayant à assurer le service postal de Paris à Bordeaux.

Pour les motifs indiqués plus haut, il est bien évident que la distance totale du trajet, 500 kilomètres, doit être franchie en une seule journée, soit à une allure de $\frac{500}{8}$, c'est-à-dire de *62 kilomètres à l'heure*, si nous prenons toujours comme base du calcul la durée du jour au solstice d'hiver.

Mais comme, pour annihiler l'effet d'un vent contraire de 60 kilomètres, on dotera notre « aéro » d'un supplément égal de vitesse, il atteindra normalement :

62 + 60, soit 122 kilomètres, à l'heure.

Telle sera la vitesse minimum de l'avion postal chargé d'assurer le service Paris—Bordeaux *sans escale* dans ce que nous conviendrons d'appeler *le cas le plus défavorable* ⁽³⁾.

(1) Voir plus haut « Courants aériens ».

(2) On comprend dès lors l'importance des vols de nuit et combien il est nécessaire d'en faciliter la réalisation pratique dans les pays civilisés où l'avion doit lutter contre un concurrent redoutable : le chemin de fer.

(3) Par le jour le plus court de l'année et un vent contraire de 60 kilomètres.

Il devra emporter en outre un poids de combustible suffisant pour tenir l'air pendant 8 heures.

Or, comme nous l'avons déjà vu, cette charge relativement considérable diminuera d'autant sa capacité de transport en voyageurs ou marchandises, d'où perte d'argent équivalente pour la compagnie. Il existe d'autre part sur le parcours considéré un certain nombre de villes intéressantes à desservir pour le trafic de la ligne aérienne, par exemple, Tours, Poitiers, Angoulême. Il peut donc y avoir avantage à créer des stations intermédiaires de ravitaillement.

Si nous admettons trois arrêts obligatoires de 30 minutes chacun en cours de route, nous perdrons 1^h30 sur les 8 heures du jour.

L'avion ne disposant plus que de 6^h30 pour couvrir 500 kilomètres, aura donc à fournir normalement du 77 kilomètres à l'heure et par conséquent du 137 pour lutter contre un vent de 60 kilomètres.

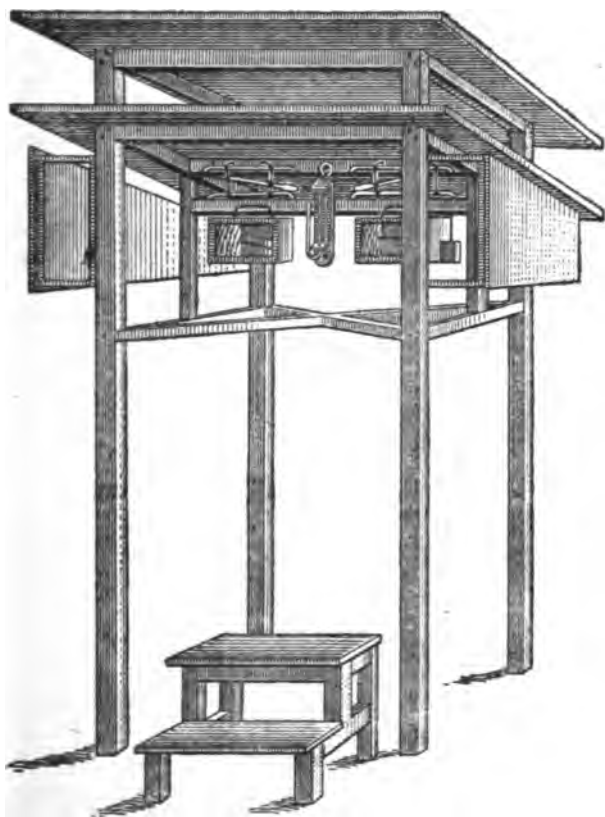
« Mais, nous objectera-t-on, si au lieu de choisir ce trajet vous en aviez pris un autre, l'allure de votre aéronef serait modifiée. »

Évidemment. — Cela tient à ce que, parmi les multiples facteurs qui influent sur le choix d'un appareil, nous avons pris comme base de nos calculs la *durée du trajet* et nous avons décidé que cette dernière serait d'une seule journée.

Si nous changeons une condition quelconque du problème, vitesse du vent, époque de l'année, durée des arrêts, etc., le résultat ne sera nécessairement plus le même.

Aussi, pour résoudre pratiquement la question qui nous intéresse, la méthode générale de travail consiste-t-elle à *ranger les divers facteurs par ordre d'importance* et à rechercher la solution en respectant autant que possible le classement établi; ceux qui représentent une condition *sine qua non* de réussite viendront alors en premier lieu.

Reprenons l'étude de la ligne Paris—Bordeaux. Nous avons posé comme première condition : *le voyage sera accompli en une seule journée*, et nous avons obtenu des



Les appareils enregistreurs de météorologie : thermomètres, baromètres, hygromètres, etc., sont logés sous une cage munie d'une toiture protectrice qui les met à l'abri du soleil tout en leur permettant de vivre et de fonctionner au grand air.

vitesse minima de 122 kilomètres sans escale et de 137 kilomètres avec trois arrêts en cours de route, dans le « cas le plus défavorable ».

Mais le train roulant à 60 kilomètres à l'heure accom-

plira le même trajet en 8^h 20, c'est-à-dire dans un espace de temps sensiblement équivalent, de telle sorte qu'il n'y a réellement pas bénéfice au point de vue de la rapidité, à employer notre avion pour le transport du courrier postal ; et l'inconvénient s'accroîtrait sur de plus longs parcours, le train continuant à rouler pendant la nuit.

Donc, pour justifier son emploi, l'aéroplane devra offrir d'autres avantages : soit abaisser les frais de transport dans des proportions intéressantes, soit assurer le service postal en l'absence d'un train de jour, ou bien encore *gagner sur ce dernier un temps que les services des P. T. T. jugeront appréciable et auront à déterminer* : une demi-journée d'hiver par exemple.

En ce cas, il sera tenu de franchir 500 kilomètres en 4 heures et d'atteindre par conséquent une allure de 125 kilomètres sans vent ni escale, soit de 260 kilomètres avec 3 arrêts de 30 minutes et contre un vent de 60 kilomètres.

On voit que la vitesse croît dans des proportions inquiétantes pour la capacité de transport et que, dans les pays civilisés, l'aéroplane ne remplacera pas le train aussi aisément qu'on le pense généralement, surtout sur le trajet des grandes lignes de chemin de fer où circulent de nombreux rapides.

Et quand il s'agira de créer des lignes internationales aériennes sur de longues étendues, il aura encore à lutter dans les conditions suivantes :

En 24 heures, un train parcourt 1.440 kilomètres, ce qui représente pour un avion des allures fort élevées :

	DURÉE du jour	VITESSE sans vent ni escale	VITESSE par vent contraire de 60 km. et 4 escales de 30' chacune (1 par 300 km.)
Solstice d'hiver	8 heures	180 km. à l'h.	300 km. à l'heure
Équinoxes	12 —	120 —	204 —
Solstice d'été	16 —	90 —	162 —

Mais, comme l'indiquent les courbes suivantes, il reprendra *par les vols de nuit* l'avantage de sa rapidité propre :

Vitesse moyenne du train : 60 kilomètres.

Vitesse propre de l'avion : 150 kilomètres.

Courbes

Ainsi, ayant changé la base du problème, nous obtenons des résultats différents, et c'est bien ce que nous avons prévu : à chaque question sa solution.

Mais de toute façon les compagnies de navigation aérienne devront établir un compromis entre les divers éléments qui entreront, à une époque quelconque de la science aéronautique, dans la détermination d'un type d'avion.

Pour assurer le transport du courrier postal comme celui des voyageurs et même des marchandises, elles auront à lutter contre un concurrent sérieux : le chemin de fer. Elles triompheront d'ailleurs avec le temps. Mais, comme nous le verrons dans la suite de cet ouvrage, c'est surtout *aux colonies* et pour les traversées maritimes qu'elles obtiendront pour le moment le meilleur rendement.

*
* *

Les raisonnements qui précèdent permettent d'établir les formules suivantes relatives à la vitesse commerciale des avions :

Soient L la longueur totale du parcours ;

V la vitesse normale de l'avion supposée constante ;

V_m la vitesse moyenne de l'avion sur un trajet L ;

v la vitesse moyenne du plus fort vent contraire par lequel l'avion pourra voler ;

n le nombre de stations intermédiaires ;

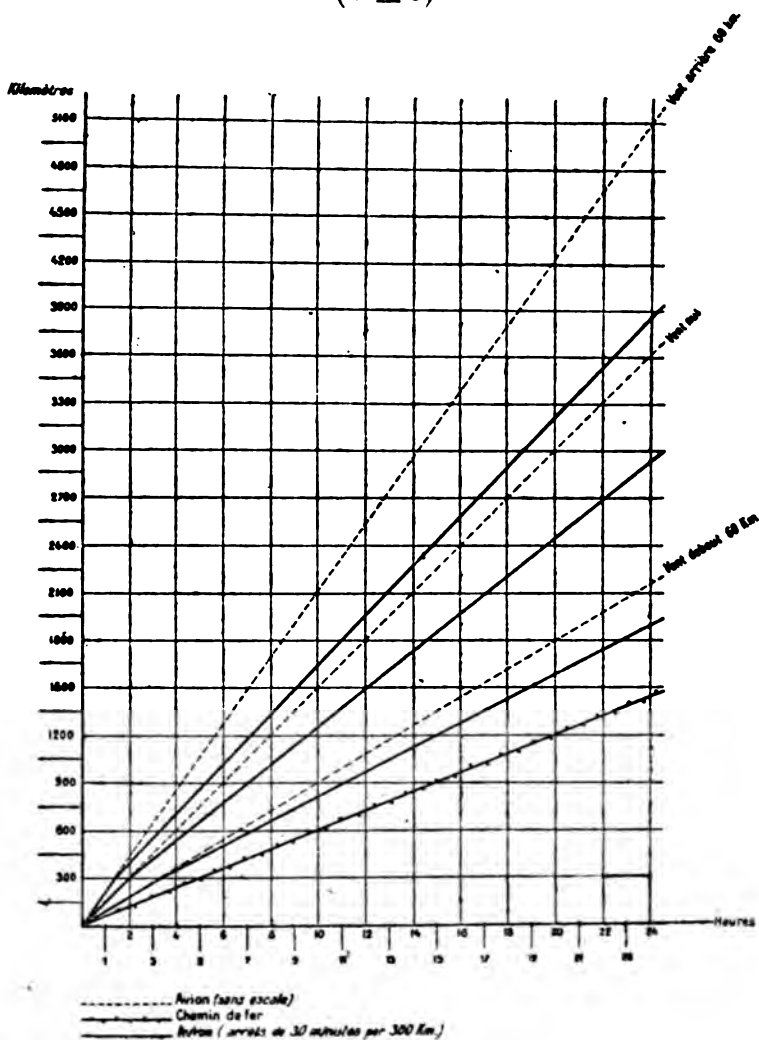
t le temps moyen de chacun des arrêts.

La durée du parcours sans escale ni vent sera égale à :

$$\frac{L}{V}$$

et par vent favorable ou contraire ⁽¹⁾ :

$$\frac{L}{(V \pm v)}$$



(1) Voir plus haut : « Influence des courants aériens ».

et avec n escales d'une durée t :

$$\frac{L}{(V \pm v)} + nt$$

Sa vitesse moyenne dans ce dernier cas sera donc :

$$V_m = \frac{L}{\frac{L}{(V \pm v)} + nt} \quad (1)$$

Telle est la formule qui servira à établir les horaires journaliers des lignes aériennes.

Si le voyage doit durer plus d'un jour, le temps d'arrêt pendant la nuit diminuera la vitesse moyenne de l'avion d'une quantité d'autant plus grande qu'il sera lui-même plus long.

Soit J le temps « volable », c'est-à-dire pendant lequel il sera possible de voler pendant le jour.

La vitesse moyenne de l'avion en 24 heures sera alors égale à :

$$V_m \frac{J}{24}$$

et on aura finalement :

$$\text{Vitesse en 24 heures} = \frac{L}{\frac{L}{(V \pm v)} + nt} \times \frac{J}{24} \quad (2)$$

Quand on voyagera normalement de nuit, on aura $J = 24$, et les formules (1) et (2) se confondront.

Ainsi (comme d'ailleurs pour tous les véhicules), « la vitesse commerciale d'un avion sur un trajet déterminé étant la *vitesse moyenne* de cet avion entre les deux points extrêmes de ce trajet », s'obtient en divisant la distance totale de ce dernier par le temps mis à le parcourir.

Et maintenant, quelle sera la vitesse d'un avion ayant à accomplir un trajet déterminé en un temps donné T ?

Sans arrêt ni vent et en un seul jour :

$$\frac{L}{T}$$

avec escales :

$$\frac{L}{T - nt}$$

avec arrêts et vent v :

$$V = \frac{L}{T - nt} \pm v \quad (3)$$

Telle sera la « vitesse absolue » de l'avion dans le « cas le plus défavorable ».

Et si T est supérieur à la durée d'une journée, en désignant par J, J', J'', J''' , etc. les durées successives et variables de temps « volables » par 24 heures, nous aurons :

Vitesse sans vent ni escale :

$$\frac{L}{J + J' + J'' + \dots}$$

avec n escales :

$$\frac{L}{J + J' + J'' + \dots - nt}$$

avec vent et escales :

$$\frac{L}{J + J' + J'' + \dots - nt} \pm v \quad (4)$$

En résumé, de l'exposé qui précède nous tirerons les conclusions suivantes :

Alors que pour les trains de chemin de fer la vitesse

commerciale dépend de facteurs à peu près fixes, ou tout au moins dont la part d'incertitude est fort réduite : allure propre du convoi, variations connues de la marche aux départs et aux arrivées, durée des arrêts aux stations, *en aviation il y a lieu de tenir compte en outre d'un facteur éminemment variable et appréciable d'accélération ou de ralentissement : le vent,*

Et, tant qu'on ne volera pas de nuit aussi facilement que de jour, d'un élément capable de modifier la durée des vols dans des proportions fort différentes, suivant les pays et les saisons : l'inégalité des jours et des nuits.

Prix de revient d'une ligne postale aérienne.

La création et l'exploitation d'une ligne postale aérienne entraînent des frais relativement élevés. Comment pourra-t-on y subvenir ?

De même que les compagnies de chemin de fer ou maritimes assurent le convoyage du courrier pour le compte des P. T. T., ne semble-t-il pas que ces derniers services auront tout avantage à passer un accord analogue avec les futures compagnies de navigation aérienne qui transporteront en même temps voyageurs et marchandises ⁽¹⁾ ? Nous pourrions dès lors étudier parallèlement le fonctionnement de ces deux services : Postes et Transports en commun, et ainsi nous efforcerons-nous de répondre aux questions qui ne manqueront pas de nous être posées :

Quel sera le prix de revient d'une ligne de transports aériens ?

Dans quelles conditions doit-elle fonctionner pour permettre aux compagnies intéressées de couvrir leurs frais ?

Les tarifs imposés aux voyageurs, à la correspondance et aux marchandises ne seront-ils pas prohibitifs ?

Quelle sera la valeur du timbre postal aérien ?

(1) A moins que l'État ne trouve un bénéfice à exploiter lui-même des lignes aériennes.

Prenons un cas concret : étudions l'organisation d'un service postal aérien Paris—Bordeaux, par exemple, ainsi que les conditions de son fonctionnement.

Pour fixer les idées : nous supposerons *a priori* ⁽¹⁾ que nous disposons d'avions volant normalement à 150 kilomètres à l'heure et ayant un approvisionnement de combustible suffisant pour tenir l'air pendant 5 heures.

Le choix d'un itinéraire retiendra d'abord notre attention : il importe de le prendre *aussi direct que possible et au-dessus des voies de communication déjà établies* — routes et chemins de fer qui relient précisément les grandes villes — afin de ne pas perdre de temps en détours inutiles tout en permettant aux avions en panne d'être rapidement secourus. En outre, comme nous l'avons déjà vu :

Deux autres considérations détermineront l'emplacement des lieux d'atterrissage : la nécessité, au point de vue du rendement commercial de la ligne aérienne, de *desservir les centres économiques importants*, et l'obligation pour l'avion de se *ravitailer en cours de route* ⁽²⁾.

Cette dernière condition doit être interprétée de la

(1) Nous avons vu que les caractéristiques d'un avion : vitesse, poids utile, etc., seront au contraire déterminées par les conditions mêmes du service auquel il est destiné.

Nous changeons ici les bases du raisonnement pour envisager toutes les faces du problème et en faciliter la compréhension au lecteur. — Il est d'ailleurs de toute évidence que — par raison d'économie — les premiers avions employés pour le transport de la correspondance seront ceux qui ont été construits pour les besoins de la guerre. Des centaines de millions ayant été consacrés à la constitution de notre flotte militaire aérienne, on ne pourrait laisser un pareil matériel — si vite démodé — sans emploi. Son affectation aux services postaux paraît donc tout indiquée : on sera donc obligé d'en régler l'utilisation suivant leurs caractéristiques.

En tout cas il importe — pour le renom de l'aéronautique française et dans l'intérêt de notre commerce et de notre industrie — de ne pas nous laisser distancer par les autres nations. Déjà plusieurs d'entre elles nous ont devancés en pleine guerre dans la création de transports aériens permanents (Chap. VII). Or, certaines lignes, comme celles de Paris à Londres, à Rome, ou à Saint-Nazaire, ont une réelle importance *militaire* car elles accélèrent dans des proportions fort appréciables les relations que nous nous efforçons de rendre chaque jour plus rapides entre nos alliés et nous.

(2) Il est d'ailleurs possible de construire des avions effectuant le trajet Paris—Bordeaux d'une seule traite.

façon suivante : notre avion fournissant pendant 5 heures du 150 à l'heure couvrirait sans vent ni escale une distance de 150×5 , soit 750 kilomètres.

Mais il aura parfois à lutter contre des courants plus ou moins violents, et sa vitesse par rapport au sol en sera diminuée d'autant ⁽¹⁾.

Par vent contraire de 60 kilomètres, par exemple, il ne parcourra que $150 - 60$, soit 90 kilomètres à l'heure, ce qui ne représente plus que 450 kilomètres en 5 heures de vol ⁽²⁾.

Telle est donc la plus grande distance qui doit séparer deux points de ravitaillement consécutifs. En pratique, pour parer aux divers aléas du voyage — détours, fuites de combustible, etc. — elle sera réduite à 400 kilomètres.

Ainsi, d'après les données précédentes, le tableau du parcours sera établi de la sorte :

LOCALITÉS	DISTANCES	DURÉE DE PARCOURS					
		Vitesse normale		Avec vent de 60 km.			
		Sans escale	Avec escales	Arrière		Debout	
				Sans escale	Avec escales	Sans escale	Avec escales
Paris	190 km.	1 ^h 17'		55'		2 ^h 07'	
Tours	98 —	39	1 ^h 47'	28	1 ^h 25'	1 05	2 ^h 37'
Poitiers	102 —	40	2 56	29	2 23	1 08	4 12
Angoulême	110 —	44	4 06	31	3 22	1 13	5 50
Bordeaux			4 50		3 53		7 03
	500 km.	3 ^h 20'		2 ^h 23'		5 ^h 33'	

(1) Voir plus haut : « Influence des courants aériens ».

(2) Inversement — et le cas sera fréquent aux colonies où les centres habités étant très rares, il sera parfois difficile de créer des stations d'atterrissage à moins de 400 kilomètres par exemple les unes des autres — l'avion devra être muni de réservoirs suffisants pour franchir cette dernière distance sans escale et par le plus fort vent contraire.

On voit qu'il est possible d'accomplir tous ces voyages en moins de 5 heures sans ravitaillement, c'est-à-dire en une seule traite, sauf par vent constamment contraire de 60 kilomètres, exceptionnel sur un aussi long parcours; l'avion pressé pourra donc « brûler » les stations intermédiaires en cas de nécessité.

Fonctionnement du service. — Le transport *journalier* du courrier, ainsi que celui des voyageurs et des marchandises, sera assuré par deux « équipes volantes » comprenant chacune *trois appareils au moins*, avec le personnel et le matériel correspondants et dont les ports d'attache respectifs seraient Paris et Bordeaux.

La réserve serait constituée par une disponibilité d'avions complets et de moteurs représentant la moitié environ des appareils en service, ainsi que par un effectif de pilotes égal à la moitié des appareils en réserve. A chaque aéronef on affectera un nombre de mécaniciens variable suivant son importance, le nombre de moteurs, etc.

ITINÉRAIRE	MATÉRIEL VOLANT			PERSONNEL NAVIGANT			
	Avions en service	Avions complets en réserve	Moteurs en réserve (1)	Pilotes		Mécaniciens	
				en service	en réserve	en service	en réserve
Paris.	3	1	1	3		3	1
Poitiers.		1	1		1		1
Bordeaux.	3	1	1	3	1	3	1
	6	3	3	6	2	6	3

(1) Les chiffres de cette colonne seront multipliés par le nombre de moteurs que comporte l'avion.

Ainsi chaque avion — ou chaque groupe d'avions, suivant les besoins du moment — aurait une quarantaine d'heures

de repos tous les deux jours, délai suffisant pour l'entretien courant du matériel volant et le repos du personnel navigant.

Le service fixe sera assuré par :

Un directeur général du service et des adjoints (techniques et commerciaux) ;

Des inspecteurs et contrôleurs en nombre variable suivant l'importance du trafic ;

Et dans chacune des aéro-gares :

Un chef de gare avec adjoints ;

Des mécaniciens, menuisiers et toiliers pour l'entretien du matériel ;

Des aides, gardes-magasins, conducteurs d'auto, etc.

Le matériel d'une aéro-gare comprendra :

Un terrain d'atterrissage approprié ;

Des bâtiments pour le personnel et le matériel ;

Un atelier de réparations courantes (cellules, moteurs, etc.) ;

Un magasin d'accessoires et pièces de rechange ;

Un dépôt d'huile, essence et ingrédients divers ;

Une cabine téléphonique ;

Des voitures automobiles, etc.

Pour calculer *a priori* le prix de revient au kilomètre ou par voyage d'une pareille entreprise pendant un certain temps, on établira le devis des dépenses engagées pour l'achat et l'entretien du matériel indiqué ci-dessus ainsi que pour le traitement du personnel, et on divisera le chiffre total par celui qui représente la distance parcourue ou le nombre de trajets accomplis dans les délais fixés.

Les renseignements qu'on obtiendra ainsi ne seront certes qu'approximatifs, mais ils suffisent néanmoins à prouver que le problème n'est pas insoluble ; l'expérience de ces dix dernières années fournit des éléments d'appréciation suffisants pour assurer que le prix d'un voyage Paris—Bordeaux effectué par un avion postal dans les con-

ditions d'organisation indiquées ci-dessus ne dépassera pas 2.000 francs (1).

(1) FRAIS D'INSTALLATION ET D'EXPLOITATION D'UN SERVICE PERMANENT DE TRANSPORTS AÉRIENS SUR UN PARCOURS DE 500 KILOMÈTRES

En nous basant sur le climat moyen de la France, nous admettrons qu'un service aérien permanent ne pourra fonctionner que 300 jours par an.

La ligne sera constituée par : deux aéro-gares principales ; une aéro-gare intermédiaire.

Le service journalier — un voyage aller et retour — sera assuré par deux groupes de trois avions ayant comme ports d'attache chacune des aéro-gares principales.

Les prix seront établis d'après les tarifs probables d'après-guerre sur les données fournies par l'expérience de ces dernières années. L'amortissement du capital engagé est calculé sur une durée de 10 ans.

I. — *Aviation postale.*

Le type d'avion employé est ainsi défini :

Appareil bi-moteur 150 HP.

Vitesse : 150 kilomètres à l'heure.

Charge utile : 400 kilos.

Nous établissons nos calculs sur les bases suivantes :

Nombre de voyages de 500 kilomètres en un an : 600.

Durée moyenne de voyage : 3^h 20, soit 2.000 heures par an.

Distance parcourue en un an : 300.000 kilomètres (plus de sept fois le tour de la terre).

1^o *Dépense en combustible :*

Essence : 35 kilos à l'heure.

Huile : 1^{kg} 400 à l'heure.

Soit en dix ans :

Essence : $2.000 \times 35 \times 10 \times 2 = 1.400.000$ kilos.

Huile : $2.000 \times 1,4 \times 10 \times 2 = 56.000$ kilos.

En comptant l'essence à 55 centimes le kilo et l'huile à 1^f 50 nous aurons une consommation représentant une valeur de :

Essence : 770.000 francs.

Huile : 84.000 francs.

Soit une dépense de :

$$\frac{770.000 + 84.000}{6.000} = 142 \text{ francs par voyage.}$$

2^o *Moteurs :*

Prix du moteur : 15.000 francs.

Durée moyenne sans revision : 500 heures (*) (modèle moins poussé et plus robuste que celui employé sur les avions de guerre).

Prix moyen d'une revision de moteur : 3.000 francs.

Le nombre de moteurs de première mise sera de :

12 moteurs pour 6 avions en service.

4 moteurs pour 2 avions en réserve.

2 moteurs de réserve.

18 moteurs.

représentant un capital de $18 \times 15.000 = 270.000$ francs.

(*) Ce chiffre est un minimum.

Pour couvrir ses frais en assurant seulement le service postal, la compagnie intéressée devra donc transporter une

Si nous supposons que le même groupe de 2 moteurs assure tous les voyages, il subira 39 revisions en dix ans (en réalité les moteurs en réparation seront normalement remplacés par les moteurs de réserve), ce qui représente une somme de $3.000 \times 39 \times 2 = 234.000$ francs.

Ainsi le prix de revient par voyage des moteurs sera de :

$$\frac{270.000 + 234.000}{6.000} = 84 \text{ francs.}$$

3° Cellules :

Prix de la cellule : 40.000 francs.

Durée sans revision : 300 heures de vol (probabilités de casse comprises).

Prix de la revision : 15.000 francs.

Nombre de cellules : 8.

La cellule sera complètement remplacée au bout de 800 heures de vol. Les 8 cellules de première mise représentent une valeur de :

$$8 \times 40.000 = 320.000 \text{ francs.}$$

Pour 3.000 heures de vol par an, on aura 6,6 revisions, soit 66 revisions en 10 ans, ce qui représente une somme de 990.000 francs.

Le prix de revient par voyage sera donc de :

$$\frac{320.000 + 990.000}{6.000} = 215 \text{ francs.}$$

4° Terrains :

Deux terrains de 100.000^{m2} pour les deux gares principales.

Un terrain de 80.000^{m2} pour les stations intermédiaires.

$$180.000\text{m}^2$$

Soit à 4 francs le mètre carré à proximité des villes :

$$4 \times 180.000 = 720.000 \text{ francs.}$$

Soit par voyage : 120 francs.

5° Bâtiments :

A chacune des gares terminus :

Pour 2 gares.

1 hangar pour 4 avions et garage automobile (bois, toitures en fibro-ciment), soit	180.000 ^f
1 bâtiment pour direction, bureaux, etc.	80.000
1 atelier de réparations courantes et magasin	70.000
1 bâtiment pour le personnel logeant à demeure . . .	25.000
1 dépôt essence, huile, etc.	4.000

A la station intermédiaire :

Pour 1 gare.

1 bâtiment aéro-gare	15.000
1 hangar pour 3 avions et garage d'automobile . . .	60.000
1 dépôt essence, huile, ingrédients divers	2.000
	<u>436.000^f</u>

Soit — en 10 ans — par voyage : 56 francs environ.

Personnel :

En se basant sur les tarifs en cours dans l'aéronautique, on arrive à un total annuel d'environ 300.000 francs.

Soit 500 francs par voyage.

quantité de lettres et de colis représentant une valeur équivalente.

Or quel peut être le prix du timbre postal ?

Une aéro-lettre parvenant à son destinataire aussi rapidement qu'un télégramme, il semble qu'on puisse lui appliquer les mêmes tarifs. Mais en la taxant ainsi au nombre de mots on supprimerait le précieux avantage que présente le « pli fermé » pour le *secret de la correspondance*, et sans aucun profit pour la poste, puisque, sous un encombrement d'ailleurs limité, la *vraie valeur des expéditions par avion se mesure « au poids »*.

Divers :

Enfin pour le chapitre des « divers », soit 3 automobiles à 16.000 francs = 48.000 francs ; leur entretien, frais de dépannage et de déplacement, d'aménagement, mobilier, accessoires, instruments spéciaux d'avions et d'aérodrome, impôts, assurances, intérêt de l'argent, éclairage, imprévus, etc., nous comptons sur une *moyenne* de 500.000 francs par an, soit 5 millions en 10 ans, ce qui représente une somme de 833 francs par voyage.

Ainsi le prix de revient d'un voyage postal aérien de 500 kilomètres entrepris dans les conditions indiquées ci-dessus par une Compagnie de transports reviendra à cette dernière à près de 1.950 francs.

II. — Transports en commun.

Si maintenant nous voulons obtenir le prix de revient d'un voyage en aérobus organisé suivant la même méthode, nous établirons nos calculs d'après un type d'avion ayant, par exemple, les caractéristiques suivantes :

Force motrice : 4 moteurs de 200 HP chacun.

Vitesse : 170 kilomètres à l'heure.

Réservoirs : pour 4 heures de vol.

Poids utile (combustible déduit) : 1.400 kilos, soit 17 personnes.

Durée moyenne de voyage (500 km. à 170 km. à l'heure) : 2^h 56.

Soit 1.760 heures de vol par an.

1^{re} Dépense en combustible :

Essence : 50 kilos à l'heure par moteur (*).

Huile : 6 kilos à l'heure par moteur.

Soit en 10 ans pour 4 moteurs :

Essence : $1.760 \times 50 \times 10 \times 4 = 3.520.000$ kilos.

Huile : $1.760 \times 6 \times 10 \times 4 = 422.000$ kilos.

Ce qui représente une valeur de :

Essence : 1.936.000 francs.

Huile : 633.000 francs.

Soit une dépense de 428 francs par voyage.

Ce chiffre est d'ailleurs un maximum, car l'avion se délestait progressivement de son combustible en cours de route volera, la plupart du temps, à un

(*) Ces chiffres de consommation sont des maxima.

D'autre part, il ne faut pas oublier que les avions ne voleront pas tous les jours de l'année, ce qui représente pour l'expéditeur une incertitude gênante et forcément nuisible au succès de l'entreprise.

régime ralenti de ses moteurs, et suivant la charge qu'il emportera, il lui suffira souvent de n'en utiliser que 3 ou même 2 pour se maintenir en vol horizontal.

2° Moteurs :

Prix du moteur : 20.000 francs.

Durée moyenne sans revision : 500 heures (*) (modèle moins poussé et plus robuste que celui des avions de guerre).

Prix de la revision : 4.000 francs.

Le nombre des moteurs de première mise sera de :

24 moteurs pour 6 avions en service.

8 moteurs pour 2 avions de réserve.

4 moteurs de réserve.

36 moteurs.

représentant un capital de $20.000 \times 36 = 720.000$ francs.

De même que dans le cas précédent, nous aurons comme revisions en dix ans :

$4.000 \times 36 \times 4 = 624.000$ francs.

Ainsi le prix de revient *par voyage* des moteurs sera de :

$$\frac{720.000 + 624.000}{6.000} = 224 \text{ francs.}$$

3° Cellules :

Prix de la cellule : 60.000 francs.

Durée sans revision : 300 heures de vol (probabilités de casse comprises).

Prix de la revision : 25.000 francs.

Nombre de cellules : 8.

Les 8 cellules de première mise représentent une valeur de :

$$8 \times 60.000 = 480.000 \text{ francs.}$$

Pour 1.760 heures de vol par an, on aura 5,8 revisions, soit 58 revisions en 10 ans, ce qui représente une somme de :

$$58 \times 25.000 = 1.450.000 \text{ francs.}$$

Le prix de revient par voyage sera donc de :

$$\frac{480.000 + 1.450.000}{6.000} = 321 \text{ francs.}$$

4° Personnel :

On pourra compter sur une augmentation dans le personnel des mécaniciens, menuisiers, etc., correspondant à une dépense supplémentaire annuelle de 100.000 francs, soit 166 francs par voyage.

5° Enfin les chapitres « Bâtiments » — qui seront agrandis en conséquence — et « divers » subiront respectivement une augmentation de 50 et 200 francs par trajet.

Ainsi le prix de revient du voyage aérien de 500 kilomètres, dans un service permanent de transports commun fonctionnant dans les conditions indiquées, sera d'environ 2.900 francs.

(*) Ce chiffre est un minimum.

Le public devra donc *considérer la taxe supplémentaire qui lui sera demandée pour l'affranchissement de la correspondance transmise par la voie aérienne comme une prime représentant la valeur de la chance à courir par cette correspondance d'arriver à destination plus rapidement que par tout autre moyen de transport* dans les conditions indiquées plus haut, et il faudra diminuer d'autant le prix du timbre que cette « chance à courir » sera plus faible.

Si le voyage Paris—Londres n'a lieu que 200 jours par an, le tarif ne saurait être aussi élevé que si le service fonctionnait en toute régularité pendant 365 jours. On diminuera donc la valeur du timbre en conséquence; c'est là un « dégrèvement pour cause d'incertitude ».

On n'a d'ailleurs pas à craindre que la poste fixe un prix trop peu rémunérateur, car elle risquerait de se faire concurrence à elle-même en provoquant une baisse dans le nombre des télégrammes expédiés chaque jour pour le règlement des affaires courantes...

Ici intervient d'ailleurs un nouvel élément d'incertitude : on a bien obtenu les moyens de transport, *mais sera-t-on assuré d'avoir la marchandise?* Quelle sera l'importance du courrier à transporter? Les avions ne risquent-ils pas de voyager à vide ou tout au moins avec une cargaison insuffisante pour couvrir les frais de l'entreprise?

Il semble que la pratique seule puisse répondre à pareille question. Une commission interministérielle d'aéronautique civile a été créée en France par décrets des 15 et 23 juin 1917 du Président de la République pour toutes études relatives à l'utilisation de l'aéronautique, et une série d'expériences vient d'être entreprise par elle dans le sens que nous indiquons. Après avoir fait des essais sur un parcours déterminé et relevé soigneusement les résultats obtenus, l'Administration des Postes et Télégraphes possédera des bases sûres qui lui permettront soit de passer des marchés avec des sociétés concessionnaires comme cela a déjà eu lieu pour le convoi du courrier

postal par les compagnies de navigation maritime, soit d'assurer elle-même ce transport ⁽¹⁾.

En tenant compte du nombre et de la valeur des télégrammes expédiés journellement, ainsi que des autres modes de correspondance d'un usage courant (communications téléphoniques, pneus, express, etc.), il semble que le prix de 2 francs par *aéro-lettre de 10 grammes* soit raisonnable; il vaudra mieux donner au public la satisfaction de l'abaisser que lui causer la désagréable surprise d'une hausse ⁽²⁾.

Il faudra donc un minimum de 975 lettres (ou colis postaux d'un poids correspondant) par voyage de 500 kilomètres pour en couvrir tous les frais.

A ce tarif un voyageur de 80 kilos, représentant un poids de 8.000 lettres, devrait payer 16.000 francs pour être transporté de Paris à Londres!

On voit que le prix du *kilo littéraire* est autrement rémunérateur que celui du *kilo humain*...

Mais si on fixe à 300 francs par personne la valeur de ce trajet en aéronef, il suffira de 10 passagers pour en payer la valeur, ou encore de 5 passagers et de 750 lettres, ce qui ne paraît pas excessif à première vue.

Remarquons, d'autre part, que nous avons établi nos tarifs d'après un type d'avion faisant du 170 kilomètres à l'heure. Si nous réduisons sa vitesse de 25 kilomètres seulement, il deviendra capable de transporter aisément une trentaine de passagers, ce qui abaisserait le prix de revient de la traversée Paris—Londres ⁽³⁾ (soit 330 kilomètres en

(1) En 1918, le ministre du Commerce, M. Clémentel, a entrepris la création de lignes postales aériennes en France et aux colonies. Sous la direction de MM. Pasquet, secrétaire général des P. T. T., et Deltète, directeur, les premiers transports réguliers de correspondance par la voie des airs ont été effectués avec un plein succès.

(2) L'État réalisera en outre des gains fort appréciables sur la vente des timbres aux collectionneurs.

(3) Le prix de revient du voyage Paris—Londres (330 km.) sera inférieur à celui dont nous avons calculé les frais, puisqu'il a 170 kilomètres de moins. Les résultats obtenus portent le prix de la tonne aérienne kilométrique à plus de

2¹ 16) à $\frac{2.900}{30}$, soit moins de 100 francs par personne en volant à pleine charge 300 jours par an (1). Et ce chiffre peut encore être diminué dans des proportions vraiment inattendues si la même compagnie joint au transport des voyageurs celui du courrier postal :

Quand le bi-moteur 300 HP emportera son plein de correspondance, soit 400 kilos, représentant au taux indiqué une valeur de 80.000 francs, il réalisera par voyage un bénéfice de : 80.000 — 1.950, soit 78.050 francs, environ 4.000 % !...

Souhaitons donc que les compagnies de transports aériens trouvent dans une fructueuse réussite la juste récompense de leurs efforts.

Il est à présumer que la France entière ne tardera pas à être couverte d'un réseau postal aérien qui lui permettra d'augmenter dans des proportions considérables la rapidité des communications aussi bien à l'intérieur qu'avec l'étranger et les colonies.

4 francs, ce qui est évidemment fort cher. Il est possible de le réduire de moitié avec des appareils moins rapides et d'une capacité de transport plus élevée ; et cette diminution s'accroîtra encore aux colonies comme nous le verrons plus loin, ainsi qu'avec les progrès incessants de l'aéronautique.

(1) En supposant équivalents — ce qui est approximativement exact — les frais de construction, entretien, consommation en combustible, etc..., des deux types d'avions.

CHAPITRE III

LE TOURISME AÉRIEN

Considérations générales. — Comparaison entre les prix de revient du tourisme en automobile et en avion. — Le repérage et le jalonement des routes aériennes pour la navigation de jour et de nuit. — Cartes pour aéronefs.

Comme nous le disions plus haut, la guerre aura eu comme résultat de « vulgariser » l'aviation ; et, la paix revenue, nombreux sont les pilotes qui continueront à subir l'invincible attrait du plein ciel, nombreux seront les passagers qui désireront utiliser à leur tour le nouveau mode de locomotion.

Comme au début de l'automobilisme et du yachting les « maîtres du volant » se disputeront la coupe, les jeunes « as » remplaceront les anciens « rois de la route » ; et toute une catégorie de voyageurs de l'air surgira bientôt : jeunes gens avides d'émotions sportives, femmes en quête de sensations nouvelles, sportsmen affolés de vitesse, touristes, photographes amateurs ou professionnels..., autant de clients généreux et pressés, par goût, par snobisme, ou par besoin, pour les grandes firmes d'aéroplanes.

Dans les régions de la France les plus favorables à la navigation aérienne par leur climat, par la nature du terrain, la densité de la population et la richesse économique, des sociétés se formeront qui sillonneront le pays de lignes aériennes. Des aérodromes seront préparés où les particuliers pourront abriter leurs appareils sous des hangars-garages spécialement aménagés, tandis qu'ils

trouveront eux-mêmes un logement dans les hôtels et les palaces qui ne tarderont pas à s'élever aux abords des aéro-gares publiques ou privées. Pendant la bonne saison, de nombreux avions de location seront mis à la disposition du public pour lui permettre de faire des excursions au-dessus des régions environnantes ou d'entreprendre de plus longs vols par delà les montagnes et les mers.

Quelle facilité et quel agrément pour les Parisiens, pendant la saison d'été, que de se rendre en une heure sur les plages normandes et d'y recevoir la correspondance ou les journaux en moins de temps qu'une dépêche !

Déjà, signe indubitable du progrès, à côté des aérobuses géants et des confortables avions de tourisme, des constructeurs ont envisagé la création de légers « avionnets » monoplaces, véritables motocyclettes de l'air, dont le prix accessible à tous ne dépassera pas 3.000 ou 4.000 francs...

Enfin des projets sont à l'étude et des appareils à l'essai pour explorer les régions polaires, traverser l'Atlantique, franchir les steppes glacées de Sibérie ou les sables brûlants du désert africain...

Ainsi la vitesse supprimera la distance, les relations entre nations et particuliers deviendront plus intenses, une activité incomparable régnera à la surface du globe ; et dans les contrées les plus reculées de notre planète que survolera l'aéronef, maître de l'air, la civilisation fera sentir sa bienfaisante action.

Prix de revient du tourisme aérien.

Les voyageurs trouveront donc place sur des avions spécialement aménagés, à l'abri du vent, de la pluie et du froid. Comme ils obtiendront ainsi des « gains de temps » fort appréciables, tout en réalisant d'importantes économies sur les dépenses ordinaires du voyage (transports en voiture, en auto, en chemin de fer, en bateau,

hôtels, restaurants, etc.), les compagnies de navigation aérienne sauront faire accepter au public des tarifs assez élevés pour y trouver d'encourageants profits.

Car on a souvent déclaré qu'un pareil mode de locomotion serait hors de prix.

Nous retrouvons les mêmes difficultés, les mêmes objections qu'au début de l'automobilisme et du chemin de fer. L'expérience ne nous apprendra-t-elle donc jamais que rien n'arrête le progrès ?

Nous avons déjà vu, en étudiant la question de la poste aérienne, que les compagnies d'exploitation pouvaient réaliser d'importants bénéfices. Il en sera de même pour les sociétés d'aéronautique qui ne manqueront pas de se constituer avec des pilotes, des appareils de tous types, aérobus et avions légers, bref tout le personnel et le matériel nécessaires à la réussite d'une pareille entreprise.

Or ce n'est plus un secret pour personne que les constructeurs du matériel d'aviation ont maintenu jusqu'à présent leurs tarifs à des taux fort élevés, mais qui ne manqueront pas de subir des baisses très appréciables dans un avenir prochain.

La raison d'ailleurs, avant la guerre, était dans l'incertitude même de la réussite d'entreprises toutes nouvelles, dans la nécessité de couvrir des frais parfois considérables de recherches longues et hasardeuses, qui ont souvent coûté des fortunes à ceux qui les ont poursuivies.

De plus, en dehors des besoins alors très limités de l'aéronautique militaire, la clientèle civile était des plus restreintes. Or, commercialement parlant, la petite série n'est pas « intéressante » et les bénéfices à réaliser sur une faible production élèvent forcément le prix unitaire. Aussi en 1914 les avions coûtaient-ils fort cher.

Puis la guerre est arrivée; il a bien fallu décider les capitaux hésitants à s'engager, créer des usines de toutes pièces, acheter des machines, organiser de véritables corps d'ingénieurs techniciens, de contremaîtres et d'ouvriers spé-

cialistes, supporter la hausse du fret et des matières premières; parer aux difficultés de transport..., et sous l'impérieuse nécessité d'assurer des livraisons en toute hâte, coûte que coûte, le contrôle de l'État s'est montré « indulgent », et les prix se sont maintenus... « surélevés ».

Mais l'Amérique est intervenue, et la fabrication en grande série a commencé.

Et c'est là précisément une des causes prochaines, inévitables, de la baisse des tarifs qui est à prévoir, comme cela a eu lieu dans l'industrie des voitures automobiles.

Ainsi tel appareil que l'État aura payé 60.000 francs n'en coûtera plus que 30.000 quand les besoins de l'aéronautique militaire ne seront plus supérieurs à la production des usines.

Dès lors le prix du tourisme aérien ne nous paraîtra plus inabordable; il est aisé de s'en rendre compte :

Comparons, par exemple, les frais d'achat et d'entretien pendant trois ans d'un avion et d'une voiture automobile accomplissant le même parcours.

Considérons un appareil à quatre places, muni d'un moteur de 150 HP du type envisagé pour l'aviation postale.

Quant à la cellule, sa durée totale, d'ailleurs très variable suivant ses conditions d'existence, peut être estimée à 900 heures en trois ans, avec une révision annuelle dont le montant atteint presque la moitié du prix d'achat.

En somme un avion de 30.000 francs (certaines voitures automobiles de tourisme atteignent des prix de beaucoup supérieurs) et volant 285 heures par an à la vitesse de 140 kilomètres à l'heure, soit un parcours de 40.000 kilomètres, le tour de la terre, occasionnerait en trois ans, à son propriétaire, les dépenses suivantes :

Prix d'achat de l'avion complet (avec accessoires). . .	30.000 ^f
Une revision de moteur à 3.000 francs (1)	3.000
Deux revisions de la cellule à 7.000 francs l'une . . .	14.000
Consommation d'essence pour 855 heures (0 ^f 55 le kg). .	16.458
— d'huile pour 855 heures (1 ^f 50 le kg). . .	1.795
Total.	65.253 ^f

Il faudra ajouter à cette somme les frais de garage, mécanicien, assurances et divers, dont le total ne dépassera pas 10.000 francs par an.

Ainsi dans les conditions indiquées ci-dessus le tourisme aérien pour un particulier reviendra à une trentaine de mille francs par an, dépense qui n'est pas excessive comparée à celle que nécessite une voiture automobile.

Un simple taxi-auto ayant à parcourir 120.000 kilomètres au prix de 40 centimes le kilomètre coûterait 48.000 francs; on pourrait, il est vrai, le prendre à l'abonnement..., mais à la moyenne commerciale de 25 kilomètres à l'heure, il mettrait 4.800 heures à accomplir le même parcours, soit exactement 200 jours, près de 7 mois, à rouler nuit et jour sans arrêt... il mettrait... car en quel piteux état ne serait-il pas au bout du premier mois!

Renonçons donc à faire usage de l'insuffisant « tacot » si rapidement inutilisable et prenons une saine et robuste voiture de tourisme, bien campée sur ses roues arrière, munies de bons « jumelés forte toile » 880 × 120 ferrés et lisses, qui boivent l'obstacle et qui n'en crèvent qu'au bout de 4.000 à 5.000 kilomètres... Elle absorbera ses 30 litres d'essence aux 100 kilomètres, et un demi-litre d'huile minérale, moyennant quoi elle fournira gaillardement du 90 à l'heure et du 55 de moyenne. Avec une revision complète

(1) Nous comptons ici le moteur à 10.000 francs (tarif d'après-guerre) mais maintenons le prix de la réparation à 3.000 francs — comme pour le moteur de 15.000 francs de l'aviation postale — car un particulier ne saurait prétendre aux mêmes conditions qu'une société... La cellule aménagée vaudra une quinzaine de mille francs, et les accessoires 5.000.

tous les 30.000 kilomètres, nous obtenons les résultats suivants :

Achat de la voiture complète	35.000 ^f
Consommation d'essence	14.256
— d'huile	825
Usure des pneumatiques (5.000 kilomètres, soit 144 pneus : 96 ferrés, 48 lisses)	17.840
Trois revisions complètes à 5.000 francs	15.000
Frais accessoires (les mêmes que pour l'avion) . . .	30.000
Total	112.921 ^f

Ainsi la différence du prix de revient sur un même parcours de 120.000 kilomètres entre l'automobile et l'aéroplane, est d'environ 18.000 francs à l'avantage de ce dernier (1).

Entre ces deux engins de vitesse la lutte commerciale va donc s'établir. Puissent les destins favorables guider leur course vers le progrès.

Le repérage dans les voyages aériens. — Pour se diriger pendant leur vol les pilotes font usage de la carte, de la boussole et de tous autres moyens pratiques de reconnaissance, tels que l'observation de la position du soleil (2) et des points remarquables du parcours : villes, forêts, montagnes, cours d'eau, etc. Mais quand, poussés

(1) Pour des capacités de transport et des vitesses différentes, bien entendu. L'automobile transportera plus de poids — l'avion ira plus vite. Nous admettons que ces qualités se compensent sur des véhicules de tourisme pour lesquels le confort et l'agrément sportif du voyage priment dans une certaine mesure les conditions techniques de rendement commercial. Il serait d'ailleurs possible — avec une même puissance de 150 HP — d'amener l'allure de la voiture à celle de l'avion avec une charge utile sensiblement équivalente (carrosserie déduite). Mais outre que l'état des routes ne lui permettra pas de soutenir une pareille moyenne, sa consommation en pneumatiques augmenterait dans de sensibles proportions.

(2) Orientation au moyen du soleil :

Soit l'arc apparent (fig. , p. 72) que le soleil décrit chaque jour autour d'un point quelconque M de la terre.

Aux équinoxes le soleil se lève à l'est à 6 heures, passe au sud à midi (point le plus élevé de sa course), se couche à l'ouest à 18 heures.

Supposons qu'à midi un observateur placé en M (pilote ou passager) dirige

par la dérive dont ils ne peuvent apprécier exactement la valeur, volant au-dessus des nuages ou noyés dans la brume et le brouillard qui dérobent la terre à leur vue, ils ont



Boussole d'avion.

Le plateau circulaire aimanté baigne dans un liquide incongelable qui amortit les secousses et les trépidations.

perdu la bonne route, la difficulté leur est parfois très grande de reconnaître leur emplacement et de retrouver la vraie direction.

Sur les routes, les automobilistes ont recours aux bornes

sur le soleil la petite aiguille d'une montre qu'il tient horizontalement et dont le cadran est divisé en 24 heures :

Le soleil décrivant autour de M un demi-cercle de 180°, soit 15° à l'heure, la petite aiguille, qui parcourt un même nombre de degrés dans le même temps, le suivra exactement dans sa course.

Si donc à un moment quelconque de la journée on dirige la petite aiguille de

proposé d'autres systèmes qui consistent à employer un langage figuré par des chiffres et des signaux conventionnels reposant sur le principe du quadrillage de la carte suivant des axes de coordonnées tels que les parallèles et les méridiens; l'aviateur établira la correspondance de ces indications sur une feuille d'assemblage qu'il aura sous les yeux ⁽¹⁾.

En tout cas, pour les vols de nuit, tous les panneaux indicateurs devront être éclairés par des feux fixes ou mobiles, ou de couleur spéciale, qui les rendront parfaitement reconnaissables et serviront de points de repère.

(1) Extrait d'une étude sur « Les repères et la carte aéronautique » de M. Charles LALLEMAND, membre de l'Institut, directeur du Service du Nivellement général de la France (*Aérophile*, 1^{er} juin 1912) :

... Un service de repérage aéronautique doit être international.

Pour obtenir ce résultat, j'ai proposé et la Commission permanente de navigation aérienne du ministère des Travaux publics a décidé de constituer le canevas par des méridiens et des parallèles uniformément espacés de 1°, en longitude et en latitude, à partir de l'antiméridien de Greenwich, d'une part, et du pôle sud, d'autre part.

Pour les longitudes, l'adoption du degré comme unité, au lieu du *grade* (400^e partie de la circonférence), et celle du méridien de Greenwich ou de son antipode comme origine, s'imposaient en raison de la nécessité d'établir une relation simple entre les *fuseaux aéronautiques* et les *fuseaux horaires*, dont les axes s'espacent, on le sait, de 15° en 15° sur l'équateur à partir du méridien de Greenwich.

Chacune des cases quadrilatères (en fait, vu la convergence des méridiens, ce sont des *trapèzes* à côtés curvilignes) du réseau ainsi constitué (fig. 1) peut être suffisamment définie par les coordonnées abrégées de son angle sud-ouest, c'est-à-dire par un nombre formé de deux chiffres, savoir : le chiffre des unités de degré de la longitude, comptée de 0° à 360° dans le sens de l'ouest à l'est, et le chiffre des unités de degré de la distance polaire australe, comptée de 0° à 180°.

Pratiquement, les chiffres des dizaines et, le cas échéant, ceux des centaines de degrés peuvent être négligés. Dans l'étendue de la France continentale, en effet, seules les cases couvrant les Vosges, d'une part, et la pointe de la Bretagne, d'autre part, porteraient les mêmes numéros.

Un *repère aéronautique* aurait en pratique la forme d'un demi-rectangle (fig. 2, p. 75) représentant, à une échelle quelconque mais suffisamment grande, l'image de la moitié, inférieure ou supérieure, de la case du canevas contenant le site du repère.

Un gros point noir indiquerait la position relative du site par rapport aux côtés du rectangle. Ainsi dans la banlieue de Pau, marquée par un point dans le bas de la case 3g du canevas (fig. 1, p. 75), les repères auraient l'aspect indiqué par la figure 2.

Ayant constamment sous les yeux ce canevas, de dimensions très réduites,

facile à reconstituer en cas de besoin et sur lequel, avant le départ, il aurait tracé une route à suivre pour aller, par exemple, de Bourges à Pau (fig. 1 ci-dessous),

l'aviateur pourrait, au moyen des repères correspondants, dessinés sur le sol de distance en distance, se guider sans la carte proprement dite. Mais une carte, en tout cas, serait indispensable pour l'atterrissage.

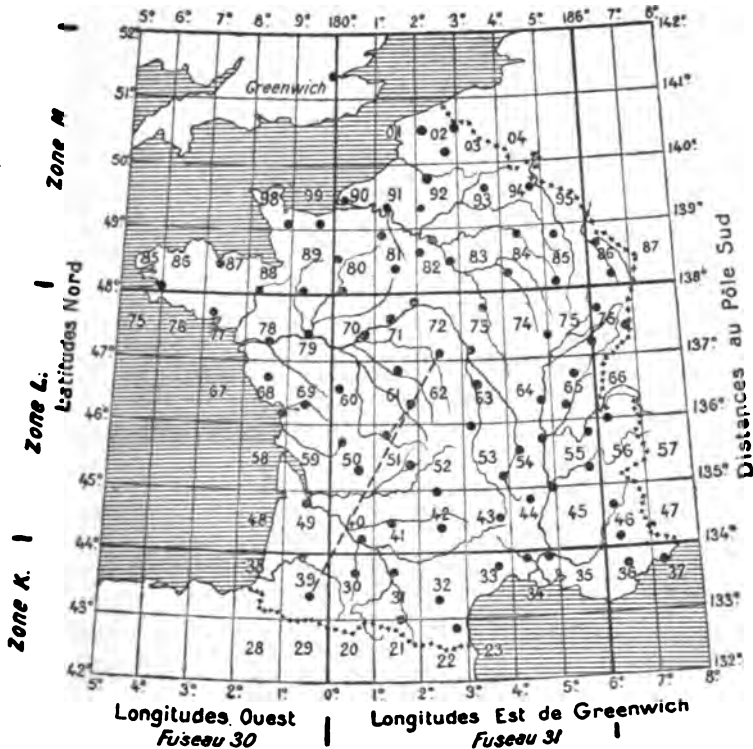


Tableau montrant, pour la France, l'assemblage de la carte aéronautique internationale au

1:200.000.

Les feuilles de la carte du monde au millionième sont figurées par les traits forts.

Le numéro de chaque feuille de la carte aéronautique est formé par le chiffre des unités de degrés de la latitude, suivi du chiffre correspondant pour la longitude. Les points noirs marquent les chefs-lieux de département. Le trait tiré figure l'itinéraire de Bourges à Pau.

3 0 9

Repère aéronautique tracé sur le toit de la ville de Pau et occupant sur le terrain, dans la moitié inférieure de la feuille n° 39 de la carte aéronautique, la position relative figurée par le gros point noir, à la fois dans le cadre ci-dessus de cette demi-feuille et dans le tableau d'assemblage. Les coordonnées de l'angle Sud-Ouest de la feuille 39 sont : 31° de distance polaire et 179° de longitude Est anti-Greenwich (soit 43° de latitude Nord et 1° de longitude Ouest de Greenwich).

Et c'est ici qu'on aura recours aux derniers progrès de la science : la T. S. F. servira de guide au vaisseau aérien isolé dans l'espace et lui indiquera sa route à tout moment (1).

Cartes aéronautiques. — Comme pour la marine, des cartes spéciales seront dressées pour l'aéronautique. Tout en supprimant bien des détails inutiles elles contiendront tous les renseignements nécessaires à la navigation aérienne : courants permanents, accidents du terrain, points dangereux, aérodromes, lieux d'atterrissage et de garage, aéro-gares, phares, signaux, perspective cotée de certains points remarquables (2), etc.

Pour frapper l'attention de l'observateur il est nécessaire d'établir des dessins en couleurs dont les nuances reproduisent autant que possible celles du terrain : les cours d'eau en bleu, la terre en ocre, les forêts en vert, etc., et comme bien des indications utiles aux piétons et aux automobilistes ne seront d'aucun secours à l'aviateur, on rejettera par exemple la carte d'État-major au $\frac{1}{80.000}$, aux hachures noires et à trop petite échelle pour les déplacements rapides, ce qui nécessite un grand nombre de feuilles pour un parcours même restreint. L'Aéro-Club a adopté un modèle au $\frac{1}{200.000}$ en couleurs, analogue à celui de l'Intérieur et répondant aux conditions demandées.

L'ampleur des déplacements par la voie des airs fait ressortir l'utilité d'une carte internationale (3) établie sur

(1) Voir la T. S. F. dans l'aviation aux colonies.

(2) Les monuments élevés, par exemple comme la cathédrale de Chartres, la Tour Eiffel, le mont Valérien, etc., s'aperçoivent de très loin en avion à condition de voler assez bas pour qu'ils se profilent sur l'horizon. A mesure qu'on s'élève les dénivellations du sol s'atténuent et le terrain prend un aspect uniformément plat.

(3) Dès 1911, des études ont été entreprises dans ce sens, notamment en

une base uniforme et d'une lecture facile pour les voyageurs de tous les pays.

France, en Angleterre et en Italie. M. Ch. Lallemand, membre de l'Institut et directeur du Service du Nivellement, a présenté un système de repérage aéronautique international, adopté officiellement en France et qui le sera sans doute aussi dans les autres pays.



DEUXIÈME PARTIE

CHAPITRE IV

L'AVIATION COLONIALE

Considérations générales. — L'aviation en Afrique. — Méthodes particulières de voyages aériens aux colonies. — Le matériel colonial d'aéronautique : voitures automobiles, avions, moteurs, bâtiments ; photographie ; topographie ; aérologie ; télégraphie sans fil ; pigeons voyageurs.

C'est sans doute aux colonies que l'aviation est appelée à rendre les plus grands services. Dans des régions où, d'une façon générale, *les distances à franchir sans rencontrer de lieux habités sont considérables, les voies de communication fort rares et les moyens de transport peu rapides*, l'aéroplane sera le véritable engin pratique de locomotion.

Où il est impossible de tracer des routes et d'établir des voies ferrées, il sera facile de construire des gares aériennes et des postes de ravitaillement. Dans les régions désertiques, dont la chaleur, la faim, la soif, les indigènes et les animaux féroces nous interdisaient l'accès, l'avion nous permettra de pénétrer sans risques.

Déjà, dans nos colonies d'Afrique, l'expérience a démontré le rôle prépondérant de l'aéroplane comme instrument de conquête pacifique et de reconnaissance à longue portée. Nos postes militaires, isolés dans le désert, séparés les uns des autres par des distances de 200 et 300 kilomètres qui

ne peuvent être franchies qu'en de longues journées par des caravanes, sont actuellement reliés par la voie de l'air aux centres civilisés dont ils dépendent.

Et c'est un jeu pour nos avions que de brûler en deux ou trois heures les pénibles étapes d'une semaine.

Nous pouvons ainsi relier le Maroc, l'Algérie, la Tunisie avec nos possessions de l'Afrique Centrale et transporter rapidement les denrées coloniales, les métaux précieux, les essences et les produits rares qui étaient autant de richesses perdues pour nous.

A notre époque où les questions coloniales — après les ravages exercés par la guerre dans l'Europe entière — sont appelées à prendre une importance toujours croissante, le sujet paraît bien d'« actualité ».

Il semble donc intéressant d'étudier ici la constitution d'un service colonial de transports aériens.

Et comme — dans les contrées où les conditions générales de l'existence sont analogues aux nôtres — le problème serait trop simplifié, nous examinerons le cas de pays différents par leur climat et la constitution physique du sol — l'Afrique par exemple — afin de tirer de cette étude des enseignements aussi pratiques et aussi complets que possible.

L'Aviation en Afrique.

Avant d'assurer dans un pays la création et l'exploitation de lignes aériennes permanentes, il est indispensable de connaître la constitution géographique (climat, relief du sol, voies de communication, vie économique, etc.) des régions à survoler.

L'exposé préalable de ces questions — en ce qui concerne l'Afrique — permettra d'établir les *conditions techniques de construction d'un matériel approprié* et, d'une façon générale, de déterminer les *meilleurs modes d'organisation de l'aviation coloniale*.



Aux confins du désert. — Les pistes ne relient souvent que des « postes » éloignés de plusieurs centaines de kilomètres les uns des autres. Dans les contrées non encore pacifiées les aéro-gares auront l'aspect de véritables fortins.



Dans l'Extrême-Sud algérien l'absence totale d'eau en dehors des puits et des oasis, en général fort rares et très éloignées, contribue à rendre plus difficile encore l'accès de ces régions inhabitées que les Arabes ont si justement dénommées le « Pays de la Soif ».



Considérations générales sur l'Afrique Septentrionale et Occidentale.

AFRIQUE DU NORD

(Maroc, Algérie, Tunisie.)

Il suffit de jeter un coup d'œil sur une carte d'ensemble de l'Afrique du Nord, pour se rendre compte que les avions auront à survoler :

Dans le nord et le centre, de hautes montagnes et des plateaux très élevés ;

Dans le sud, d'immenses régions désertiques.

D'une façon générale et principalement dans le sud, les *distances* à franchir en pays déserts sont considérables. Les pistes, routes, voies ferrées, lignes télégraphiques — quand elles existent — ne relient souvent que des oasis ou des postes éloignés de plusieurs centaines de kilomètres les uns des autres.

La *circulation est peu intense* et parfois réduite à des caravanes qui suivent des parcours bien déterminés à une allure moyenne de 30 ou 40 kilomètres par jour.

L'*âne*, le *mulet*, attelés parfois à une voiture légère à deux roues, le *cheval de selle* et le *chameau* ⁽¹⁾ sont les seuls animaux employés pour le transport ; *ces moyens de locomotion sont trop lents et d'un rendement peu élevé.*

Enfin les régions du Sahara sont caractérisées par l'*absence de végétation* offrant un secours quelconque à l'aviateur : *ni point de repère pendant le vol* (difficulté très grande d'orientation) *ni abri en cas de panne.* C'est le désert.

Le *sable* poussé par le vent envahit les routes et les pistes

(1) Les chameaux porteurs franchissent le désert en caravanes à la vitesse moyenne de 30 kilomètres par jour, transportant des charges d'environ 150 kilos. L'animal et son conducteur se paient 5 francs par jour : on peut établir sur ces bases le prix de revient des transports ainsi effectués.

où il s'accumule en formant des dunes mouvantes sur lesquelles la circulation est fort malaisée.

En outre, l'absence totale d'eau en dehors des puits et des oasis — en général très rares et fort éloignés — contribue à rendre plus difficile encore l'accès de ces régions inhabitées, que les Arabes ont si justement dénommées le « Pays de la Soif ».

Il ne faudrait d'ailleurs pas considérer le Sahara comme une plaine sablonneuse indéfiniment plate et désolée ; il est composé de régions très diverses : plateaux rocailloux, oasis où l'eau souterraine entretient la verdure et la fraîcheur, lits de torrents desséchés, bled parsemé de touffes herbeuses...

Il est donc indispensable de choisir les itinéraires les plus favorables pour les repérer ensuite et les jalonner avec soin.

Climat. — D'une façon générale le climat de l'Afrique du Nord comporte des variations brusques de température avec des extrêmes très éloignés provoquant des sautes de vent fréquentes et des courants aériens violents. Il n'est pas rare — dans la même journée — à diverses altitudes, au même endroit, ou dans un seul parcours de 200 à 300 kilomètres en ligne droite, de rencontrer des vents de deux ou trois directions différentes ; certains d'entre eux, comme le sirocco et le simoun, sont d'une violence inouïe, soulevant un sable fin qui pénètre partout.

La chaleur est redoutable puisqu'elle peut atteindre en été 60° au soleil et 50° à l'ombre. Dans la plaine uniformément grise il n'est pas rare de voir tourbillonner verticalement, par temps absolument calme, des colonnes de poussières dues au contact de l'air avec le sol surchauffé.

Aux heures chaudes de la journée des remous violents rendent le pilotage très pénible ; et si les appareils dont on dispose ne « tiennent pas l'air » suffisamment (1), il sera

(1) Voir plus loin : « Choix des appareils coloniaux ».

préférable de ne pas voler au milieu du jour sous peine de prendre des « coups de tampon » continuels, fatigants pour le pilote, désagréables pour le passager, soumettant l'avion et le moteur à une dure épreuve.

Aussi les voyages seront-ils poursuivis de préférence le matin et le soir, et *surtout dans le calme des nuits équatoriales.*

Dans l'Afrique Occidentale l'influence de la mer et de la végétation tropicale se fait sentir ; la caractéristique du climat est une chaleur humide de juin à novembre : saison des pluies avec orages fréquents et soudaines bourrasques. La température moyenne est de 27°.

De novembre à juin, saison sèche ou sans pluie, avec de grands écarts thermométriques suivant les régions. Les vents d'est qui soufflent en avril portent à 33° la température moyenne sur la côte du Sénégal.

Dans le golfe de Guinée les vents chauds, humides et violents du sud-ouest règnent pendant neuf mois de l'année. Au Dahomey, de décembre à février domine la brise desséchante du nord-est.

Ainsi, les différences de climat que nous constatons dans les divers secteurs des parcours transafricains ne manqueront pas d'influer sur les conditions d'existence du personnel et le choix du matériel des lignes aériennes.

Dans la région des plateaux et des hautes montagnes de l'Afrique du Nord les *pluies* sont en moyenne plus rares qu'en France, mais souvent torrentielles (c'est ainsi qu'en Kabylie et en Kroumirie l'eau dépasse parfois 2.000 millimètres par an, alors que la moyenne à Paris est de 580 millimètres). Elles déterminent alors des crues brusques et redoutables, submergent de vastes terrains, coupent les voies de communication et privent parfois des villages et des populations entières de toute relation avec l'extérieur. L'avion sera d'un grand secours pour établir une liaison impossible à réaliser par tout autre moyen.

Dans le Sahara les nuages sont pour ainsi dire inconnus.

Mais dans les régions tropicales les périodes sèches et humides alternent avec plus ou moins de rapidité et ont des durées variables suivant les pays et les saisons; les orages sont fréquents; les forêts équatoriales et la luxuriante végétation des tropiques provoquent des chutes d'eau très abondantes.

Ainsi, pour être parfaitement utilisable en Afrique, le matériel d'aviation normalement employé en France doit subir certaines modifications.

Comme dans ces pays lointains où le ravitaillement est particulièrement difficile, il est indispensable d'obtenir une parfaite *interchangeabilité* des pièces du moteur et de la cellule et par conséquent l'*unification* du matériel volant; *ce dernier devra convenir à toutes les régions de l'Afrique*, et nous envisagerons son emploi dans le cas le plus défavorable, c'est-à-dire dans le Sahara et dans l'Afrique Occidentale, son rendement devenant plus parfait à mesure qu'on remontera vers le nord.

Considérations techniques sur le matériel colonial.

Détermination des divers types d'avions, moteurs, voitures, hangars, etc.

Des considérations qui précèdent il est facile de conclure que *toute panne* dans ces régions peu fréquentées, au milieu d'une population souvent hostile et sous un ciel inclément, *peut amener la perte de l'avion et de son personnel.*

L'exemple du colonel Lebœuf et du lieutenant de Chatenay, perdus en août 1916 et morts de faim et de fatigue, après avoir erré à pied dans le Sud-Tunisien entre Dehibat et Birkecira sans trouver de secours, en est une preuve. Le cas n'est malheureusement pas unique, et les prisonniers qui tombent entre les mains des rebelles sont exposés aux pires traitements.

Il y a donc lieu, pour offrir au personnel navigant des garanties de sécurité suffisantes et pour permettre la répa-



Dans le Sud-Tunisien, ces collines arides n'offrent pas un obstacle infranchissable à l'automobile coloniale. Il sera donc toujours possible de secourir un avion en panne dans ces régions accidentées.

ration et le ravitaillement des avions en panne, qui seraient sans cela irrémédiablement perdus, d'employer une méthode spéciale de voyage.

Elle consiste :

a) *A ne faire naviguer les avions que par groupe de deux au moins*, volant de conserve et prêts à se porter mutuellement secours ; si l'un d'eux est en panne, le second atterrira auprès de lui, pour lui venir en aide, recueillir au besoin le personnel à son bord, ou repartir pour donner l'alarme et chercher du secours ;

b) *A choisir des itinéraires parfaitement jalonnés*, suivant autant que possible des voies de communication terrestres déjà établies (routes, voies ferrées, cours d'eau, etc.) et à ne pas s'en écarter. Les pistes tracées dans le désert par le passage des caravanes sont souvent invisibles ; des poteaux indicateurs convenablement espacés devront en indiquer la direction ;

c) *A munir les avions de moyens de correspondance avec la terre* (appareils de signalisation, T. S. F., pigeons voyageurs, etc.) ;

d) *A relier toutes les aéro-gares d'une même ligne par téléphone, télégraphe ou T. S. F.*, de façon qu'elles soient exactement informées du départ, du passage et de l'arrivée des convois ;

e) *A créer, à des distances convenables, des relais et des postes d'atterrissage* d'où rayonneront des secours rapides et dans lesquels l'avion trouvera un abri contre le mauvais temps ainsi que des approvisionnements nécessaires pour continuer sa route.

Mais pour cela il sera bon d'employer des moyens de transport d'un rendement plus élevé, surtout comme rapidité, que ceux en usage dans ces contrées. On comprend aisément que l'âne, le mulet, le chameau sont insuffisants.

On aura donc recours soit à la voiture automobile qui, convenablement aménagée, donne d'excellents résultats, soit à des avions de secours.

Emploi de la voiture automobile.

Nous poserons d'abord en principe que *la voiture automobile est le complément indispensable de l'avion*. Elle est appelée à rendre les plus grands services *tant au point de vue spécial de l'aviation qu'au point de vue général des transports et de la pénétration civile et militaire*.

En effet, l'étape journalière, normale, d'un chameau isolé, est d'environ 60 kilomètres, de 30 seulement en caravanes. Il ne peut transporter plus de 150 kilos de charge utile.

Or, une voiture automobile appropriée au pays est capable de fournir une moyenne de 25 à 30 kilomètres à l'heure sur piste, ou dans le bled en dehors des chemins, avec un chargement de 1 tonne et demie. Elle couvrira donc aisément 300 kilomètres par jour et portera rapidement secours à un avion même en dehors des voies de communication normales.

Les tracteurs mitrailleurs par exemple, employés dans l'aviation sud-tunisienne, parcourent tous les terrains accessibles à l'arabat ⁽¹⁾; en dehors des pistes les seuls obstacles qu'ils rencontrent sont, soit des *fossés* trop larges et trop profonds, soit des *hauteurs* escarpées inaccessibles, soit des *bancs de sable* qui, poussés par les vents, se déplacent et barrent tout chemin d'accès; or, les fossés et les hauteurs peuvent presque toujours être tournés.

D'autre part, il ne faut pas oublier que, sur les parcours intéressants, la route n'est pas obstruée par des nappes continues de sable mouvant, mais bien par des « *traînées* » dont la plus grande largeur ne dépasse pas quelques kilomètres.

Or, de récentes expériences ont démontré qu'il était possible de franchir, à une vitesse d'environ 1.200 mètres à

(1) Voiture à deux roues.

l'heure (1) et avec une sorte de pont facilement transportable sur une voiture, les dunes réputées jusqu'ici comme inaccessibles.

Enfin pour assurer les liaisons il sera très intéressant de *manier ces voitures d'appareils de T. S. F.*, émetteurs et récepteurs d'une portée de 300 à 400 kilomètres, leur permettant ainsi de communiquer soit entre elles, soit avec les postes installés sur les avions ou dans le pays.

Avions.

L'opinion est généralement répandue en France que certains types d'avions sont absolument inutilisables aux colonies, que les *colles* et les *verniss* fondent au soleil trop ardent, que les *toiles* soumises à l'action successive de la chaleur du jour et de l'humidité de la nuit se détendent et pourrissent rapidement, que les *parties en bois* se tordent, se gondolent et ne résistent pas longtemps.

Il n'en est rien.

Les bois, toiles et vernis tiennent parfaitement et font à peu près le même usage qu'en France, à condition que l'appareil soit *soigneusement entretenu* et *MIS A L'ABRI* autant que possible quand il n'est pas utilisé.

Mais, pour les avions coloniaux, les constructeurs devront choisir des bois parfaitement secs, afin d'éviter qu'ils ne « travaillent » et n'amènent ainsi un dérèglement de l'ensemble auquel on ne pourrait remédier que par leur remplacement; ces bois seront soigneusement collés et vernis dans toutes leurs parties, tandis que les toiles, imperméabilisées par un émaillitage rigoureux, assureront à l'ensemble une étanchéité parfaite.

Les bâtis métalliques, dont l'emploi est ici tout indiqué (*carcasse des ailes, fermes, montants, fuselages, etc.*) se-

(1) Cette vitesse, bien que fort réduite, est cependant suffisante sur les parcours que nous aurons à envisager.

ront établis de telle sorte que la dilatation des métaux ne présente pas d'inconvénient (tension ou rétraction exagérées, provoquant le fléchissement ou la rupture de certains organes). Une peinture spéciale, très adhérente et soigneusement appliquée, les protégera contre toute attaque des agents atmosphériques : rouille, introduction d'eau, de sable, etc.

Quant au choix de l'appareil, il dépendra d'autres considérations : longueur des étapes à parcourir sans ravitaillement, nature du chargement ⁽¹⁾, etc.

Moteurs.

Les moteurs fixes ou rotatifs à refroidissement par air donnent en Afrique de bons résultats. Le sable qui pénètre pourtant partout ne présente pas d'inconvénient grave pour leur fonctionnement à condition qu'ils soient garantis au repos par une housse soigneusement ajustée.

L'hélice doit être mise à l'abri d'un soleil trop ardent et d'une humidité trop prolongée.

Quant aux moteurs à circulation d'eau il sera bon de ne les employer que la nuit ou aux heures fraîches de la journée, à moins de les munir d'un système de refroidissement assurant leur bon fonctionnement dans des climats où la température ambiante est fort élevée.

Le ravitaillement en eau n'étant pas facile, les aéro-gares devront être dotées d'appareils à distillation d'eau aisément transportables ainsi que de *camions-citernes* capables d'alimenter le personnel comme les moteurs.

En tout cas, l'état désertique des régions à survoler rend indispensable l'emploi d'avions munis de moteurs sûrs, doués d'une puissance suffisante pour lutter contre les vents violents des climats tropicaux et munis d'une quantité de

(1) Voir plus loin : « Choix des appareils ».

combustible suffisante pour franchir des distances d'au moins 400 kilomètres sans escale ⁽¹⁾.

Abris, hangars (toile et bois), postes de secours, etc.

D'une façon générale et à bien des égards (résistance aux intempéries, durée, hygiène et commodité d'habitation, conservation du matériel, etc.), les constructions en pierre, brique, toub ⁽²⁾, etc. sont de beaucoup préférables aux hangars en bois et tentes en toile, sous lesquels la chaleur est insupportable en été et le froid dangereux en hiver.

Il ne faut pas oublier que *la tente la plus confortable est le moyen le moins pratique d'habitation*. L'indigène lui-même l'a abandonnée pour vivre dans des trous creusés dans la terre ou dans les rhorfas (maisons en pierre, voûtées et à murs très épais). Seuls les nomades doivent s'en contenter.

En outre, l'économie présentée par la construction fixe est d'au moins 40 % sur le prix des abris temporaires ou semi-permanents en usage dans l'aviation militaire.

Si les besoins d'une installation rapide ou les nécessités d'utiliser après la guerre le lot considérable de hangars amovibles en service aux armées nous obligeaient à faire usage, pour une première installation, de baraques en toile et bois, il faudra cependant songer à les remplacer au fur et à mesure des possibilités, par des abris fixes en pierre, brique, etc. Il est facile de construire des hangars boxes *pour chaque avion* : trois pans de murs convenablement orientés — suivant la direction des vents dominants, — une toiture en tôle recouverte de terre ou en simple toile sur câbles tendus, ou fermes en bois, et une porte en toile ou grillage métallique.

(1) Voir plus loin : « Choix des appareils coloniaux ».

(2) Aggloméré de briques et de sable.

Photographie.

Dans ces pays où les lieux habités sont rares et où les postes et les oasis ont une valeur considérable au point de vue de l'occupation militaire et du rendement économique, un seul cliché donnera souvent des renseignements « concentrés » sur toute une région.

Le temps étant généralement clair on peut compter sur un excellent rendement.

Pour éviter que la gélatine des plaques et des pellicules ne fonde dans les bains, il faut maintenir ces derniers à une température qui ne dépasse pas 20°, d'où nécessité d'avoir une *machine à glace* permettant d'obtenir un refroidissement suffisant.

La photographie est appelée à rendre les plus grands services pour la confection de la carte.

Topographie.

La topographie du pays sera grandement facilitée par l'aviation; dans ces régions quasi inconnues qu'il est facile de survoler en tous sens et à toutes les hauteurs, on fera des relevés planimétriques du haut même de l'avion et avec une précision très grande. Il est en outre possible d'atterrir presque partout pour les études du nivellement : il faut donc songer dès à présent à corriger et à compléter les cartes existantes, à en dresser de nouvelles, à parcourir et à étudier des voies pour l'extension de la pénétration coloniale.

Il suffira de demander au Service géographique de l'Armée le matériel et le personnel qualifiés pour accomplir ce travail. On réaliserait ainsi d'importantes économies en opérant avec une rapidité et une sûreté plus grandes, et c'est encore là un des avantages de l'aéroplane quand on

songe à toutes les missions d'études et d'exploration qui ont été envoyées à grands frais dans nos diverses colonies pour obtenir — au prix d'efforts très méritoires mais souvent inutiles — des renseignements forcément incomplets sur des régions inaccessibles à leurs insuffisants moyens d'action.

Un simple coup d'œil sur les trajets suivis par elles permet de se rendre compte, et de la valeur de leurs efforts auxquels nous devons rendre hommage, et des services que l'aviation aurait rendus dans de pareilles entreprises : El Golea, Fort Miribel, In Salah..., autant de noms historiques, points autrefois perdus aux confins du désert, dans l'extrême Sud Algérien, isolés du monde civilisé par l'immensité des sables brûlants, aujourd'hui ravitaillés, protégés, reliés entre eux et avec les villes par de rapides escadrilles.

Aérologie.

Les considérations exposées plus haut sur l'Afrique du Nord font ressortir l'importance de l'aérologie. Chaque unité de l'aviation sera donc dotée d'un matériel aussi complet que possible. Postes fixes ou mobiles comprenant : thermomètres à maxima et à minima, baromètre enregistreur, hygromètre, anémomètre, etc. et aussi, étant donnée la variété des courants aériens, des appareils pour le lancement des ballons-sondes.

Le télégraphe, le téléphone, la T. S. F. seront d'une aide précieuse pour transmettre les renseignements sur le temps qui règne dans les différentes régions d'un parcours. La connaissance du climat et particulièrement des vents d'une contrée déterminée influera sur le choix et l'installation du matériel d'aviation.

Il importe donc d'avoir des appareils enregistreurs afin d'établir des « moyennes » indispensables pour assurer la régularité des vols (transports aériens à dates fixes, services postaux, etc.).

Télégraphie sans fil.

Il est indispensable de relier les centres d'aviation entre eux soit au moyen du réseau télégraphique et téléphonique existant déjà, soit par la T. S. F.

Les voitures automobiles munies de postes émetteurs et récepteurs de T. S. F. assureront une liaison constante entre les éléments fixes ou mobiles de l'aviation; les régions survolées seront ainsi couvertes par un réseau permanent de communications pratiques et rapides augmentant dans des proportions considérables la sécurité des voyages, tant par voie de terre que par voie de l'air.

Comme sur les bateaux qui traversent les mers, il convient d'installer la T. S. F. à bord de tous les avions de commerce pour la sauvegarde desquels elle est appelée à rendre d'inappréciables services; c'est ainsi qu'elle supprimera le principal obstacle qui s'oppose à la navigation aérienne dans le désert : *l'absence de points de repère*; le pilote n'ayant d'autres guides que la carte ou la boussole, est sans défense contre la dérive qui le conduit fatalement hors de la bonne route; sur des distances de 200 kilomètres, des aviateurs ont réalisé des écarts de 100 kilomètres sans qu'aucun indice leur permette même de soupçonner une pareille erreur.

Or il est possible pour des observateurs restés à terre et recevant les signaux de T. S. F. émis par un avion en vol, de suivre exactement le parcours de ce dernier et de déterminer à tous moments son emplacement sur la carte.

Le principe de la méthode est simple :

Soit O un poste d'émission d'ondes hertziennes qui se propagent circulairement. Soit M N un « récepteur » d'ondes analogue à un écouteur téléphonique; on conçoit aisément que l'intensité, la netteté des vibrations au récepteur variera suivant son orientation; elle diminuera d'autant plus qu'on écartera davantage l'écouteur de la position O M



Un aspect du bled vu du haut d'un avion. Chaque tache sombre est constituée par une touffe herbeuse derrière laquelle le sable, poussé par le vent, s'accumule. Une piste carrossable traverse ces régions inhabitées sur des centaines de kilomètres.

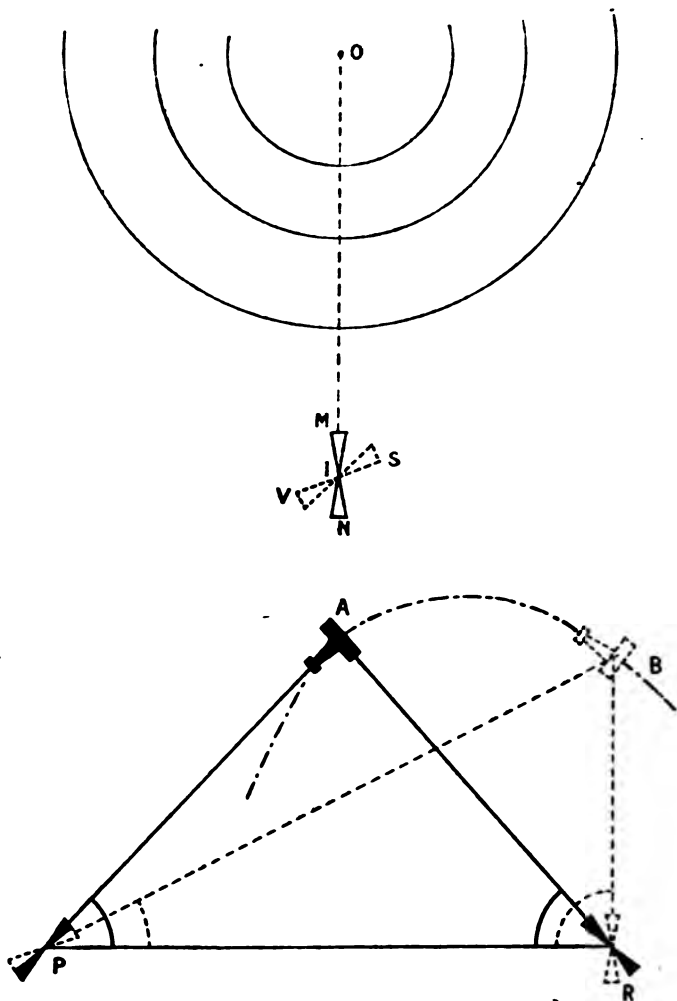


Un aspect des dunes aux sables mouvants. Dans ces régions mamelonnées et uniformément grises, un avion en panne est difficilement repérable.



directement impressionnée (pour l'amener en S V par exemple).

Ceci posé, supposons qu'un avion A s'éloigne de deux



postes « émetteurs » et « récepteurs » P et R en leur envoyant des signaux par T. S. F. Le poste P faisant tourner

son écouteur autour de son axe déterminera la ligne de plus grande intensité d'onde qu'il reçoit quand l'avion est en A : soit P A ; le poste R en fera autant au même moment et obtiendra la direction R A. Mesurant la base P R et les deux angles P et R du triangle P A R, on déterminera exactement la position du point A, c'est-à-dire de l'avion à un moment donné : comme on peut recommencer cette opération autant de fois qu'il est nécessaire, on relèvera une série de points A, B, C, D, etc. qui permettront de suivre sur la carte l'appareil en plein vol, les deux postes P et R se communiquant immédiatement par T. S. F. ou par téléphone le résultat de leurs observations.

On conçoit immédiatement les précieux avantages qu'on retirera d'une pareille découverte.

Non seulement on connaîtra l'emplacement de l'aéronef à tout instant, ce qui permettra de le retrouver rapidement en cas de panne et de lui porter secours sans retard, *mais s'il peut recevoir des messages de T. S. F. les postes émetteurs le guideront à distance dans son vol*, lui signaleront les écarts commis par suite de la dérive ou pour toute autre cause et le remettront sur la bonne route.

Mais les merveilles de la science ne s'arrêteront pas là. Nous entrevoyons déjà le vol automatique des aéroplanes dirigés à distance par la T. S. F.

Considérons un avion muni d'un stabilisateur et dont les divers gouvernails sont actionnés par des moteurs électriques obéissant eux-mêmes aux ondes hertziennes.

Entraîné par ses groupes moto-propulseurs l'aéronef prendra son essor. De même qu'un mécanisme spécial maintient la torpille sous-marine automotrice à une profondeur constante, ainsi l'avion sera réglé pour voyager dans les airs à une certaine hauteur ; il évoluera d'ailleurs dans tous les sens au gré du centre d'émission. A l'arrivée un observateur installé à terre réglera l'atterrissage.

Tout le parcours sera donc effectué sans le secours d'aucun pilote.

Il y a plus... : l'avion de bombardement part chargé d'obus retenus par des crochets à déclenchement électrique. Il emporte un « sans-fil émetteur » qui fonctionne en permanence ou sur commande du poste terrestre et permet à ce dernier de repérer constamment le vol.

Soudain, la station de départ lance un train d'ondes à travers l'espace ; à bord de l'aéronef un léger dé clic se produit... : une, deux, trois bombes tombent sur la ville ennemie... ; imperturbable l'avion continue sa route, vire à droite, oblique à gauche, s'élève ou redescend au gré de son guide lointain ; véritable vaisseau fantôme que nul être vivant ne monte, machine sans nerfs que rien n'émeut, que rien n'arrête, il poursuit sa route à travers la brume ; les nuages et l'obscurité, sème encore des engins de mort, puis, ayant achevé son œuvre, fait demi-tour et revient au port...

Quels étonnants résultats ne sommes-nous pas en droit d'attendre d'un pareil instrument de destruction ⁽¹⁾ ou de progrès ! Bombardements à longue distance, photographie automatique de paysages ou de scènes animées, levés d'itinéraires, exploration de régions interdites ou d'accès difficile, poste aérienne, convoyage du personnel et du matériel par delà les monts et les mers...

Formidable machine de guerre qui obéit avec une surprenante précision, merveilleux agent de civilisation qui reliera bientôt l'Ancien et le Nouveau Monde, transportant d'un continent à l'autre les divers produits du génie humain...

Examinons maintenant le cas de deux aéro-gares F et G éloignées de 300 kilomètres, sans station intermédiaire ni

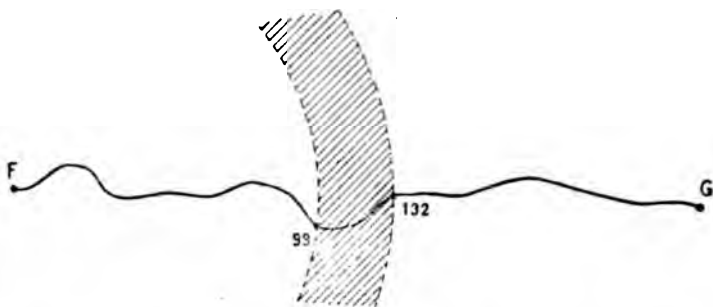
(1) Il est à prévoir que les villes auront particulièrement à souffrir des guerres futures. Les habitations construites à la surface du sol seront soumises à des bombardements aériens aussi fréquents qu'efficaces si on ne trouve pas de moyens pratiques de s'opposer à l'incursion des torpilles volantes ou des avions automatiques. Les populations auront à établir des refuges souterrains spécialement aménagés, les caves devenant insuffisantes.

points de repère autres qu'une piste, et munies de simples postes de T. S. F. assurant les communications entre elles.

Avant le départ on déterminera la force du vent et sa direction à l'altitude moyenne de vol *dans chacune des aéro-gares* et on en déduira la vitesse de route probable de l'avion.

Si celui-ci envoie des émissions toutes les 10 minutes on connaîtra à chacun de ces moments sa position sur le trajet FG et, en cas de panne (cessation des appels), on saura de quelle gare doivent partir les secours et à quel endroit ils ont à se rendre.

Si la vitesse de l'avion A sur le trajet FG est de 200 kilo-



mètres il parcourra 33 kilomètres en 10 minutes. S'il n'envoie plus aucun signal après 30 minutes c'est qu'un incident (arrêt dans le fonctionnement des appareils de T. S. F., panne d'avion) se sera produit dans la zone comprise entre le kilomètre 99 et le kilomètre 132 à partir de A.

Cette méthode, bien moins rigoureuse que la précédente, suppose que l'avion ne s'écarte pas de l'itinéraire fixé.

Jalonnement. — De toutes façons, pour parer aux inconvénients résultant d'un arrêt de fonctionnement dans les appareils de T. S. F., il sera prudent de jalonner la route de poteaux et de panneaux indicateurs qui serviront de guides



Photographie aérienne. — Dans les colonies où les lieux habités sont rares et où les postes et les oasis ont une importance considérable au double point de vue de l'occupation militaire et du rendement économique, un seul cliché donnera souvent des renseignements « concentrés » sur toute une région.



2

à l'avion (Les lignes télégraphiques sont d'un précieux secours à cet égard).

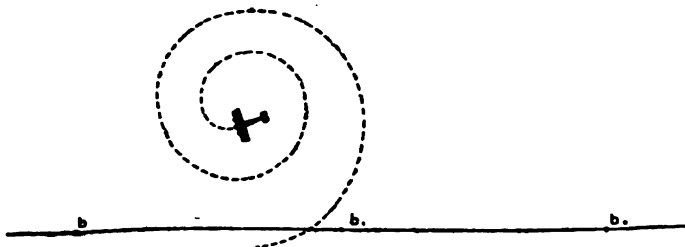
On aura soin de les rapprocher de telle sorte que le pilote en aperçoive toujours deux en même temps afin qu'il puisse déterminer sa direction de vol.

En tout cas, leur distance maximum d'écartement sera telle qu'un avion A se trouvant en M, à mi-distance de P et de P', distingue au moins un de ces deux panneaux. Cette condition est absolue, car, à partir du moment où le pilote ne verra plus aucun signal, il sera privé de point de repère et risquera à chaque instant de s'écarter davantage de la bonne route (1).

Pigeons voyageurs. — Nous avons vu que la sécurité des voyages était la condition primordiale de réussite pour une compagnie de transports aériens; les convois lancés dans le désert seront donc munis de tous les moyens pratiques de communication avec l'extérieur; c'est ainsi que pour parer aux arrêts de fonctionnement des appareils de T. S. F., les avions amèneront à leur bord des pigeons

(1) Il s'efforcera par le procédé suivant de recouper la ligne jalonnée :
Supposons qu'un avion A se soit éloigné de sa direction de vol.

A partir du moment où il ne verra plus rien il naviguera à la boussole et



décrira des spires de plus en plus grandes en tenant compte autant que possible de la dérive dont il aura apprécié auparavant la valeur.

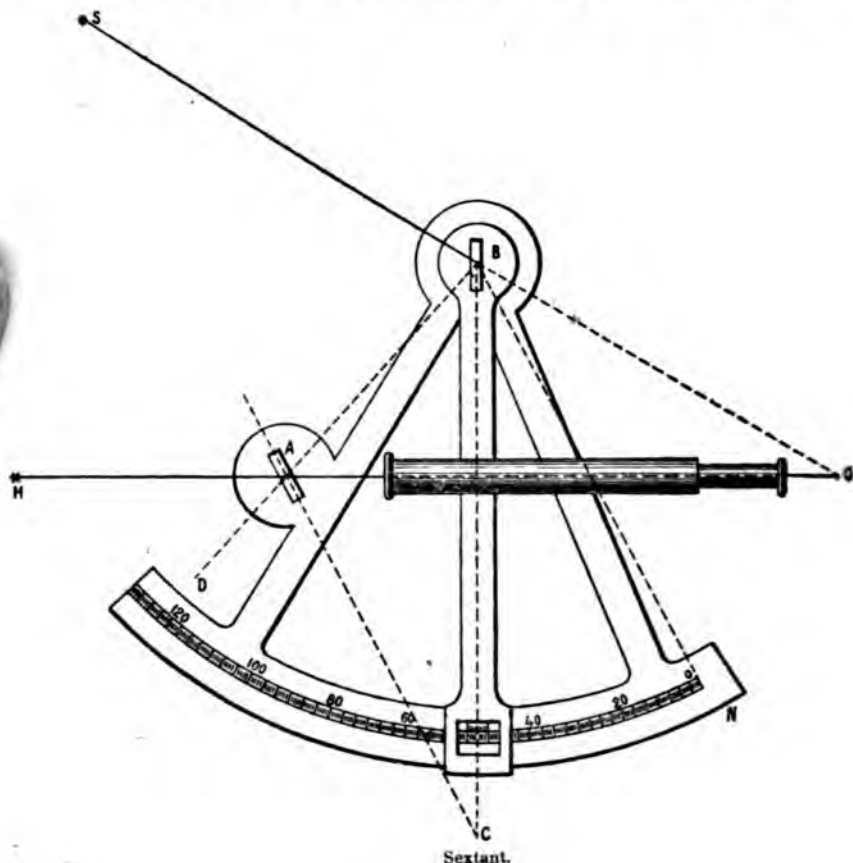
S'il n'obtient aucun résultat il sera obligé d'atterrir pour faire le point, calculer aussi exactement que possible la valeur de la dérive, et repiquer dans une direction perpendiculaire à la ligne jalonnée.

voyageurs, qui permettront au pilote égaré d'indiquer son emplacement de la façon suivante :

En supposant connue la vitesse de vol de chaque pigeon voyageur — et on pourra l'obtenir par des expériences préalables — l'avion C enverra deux messages, l'un à A, l'autre



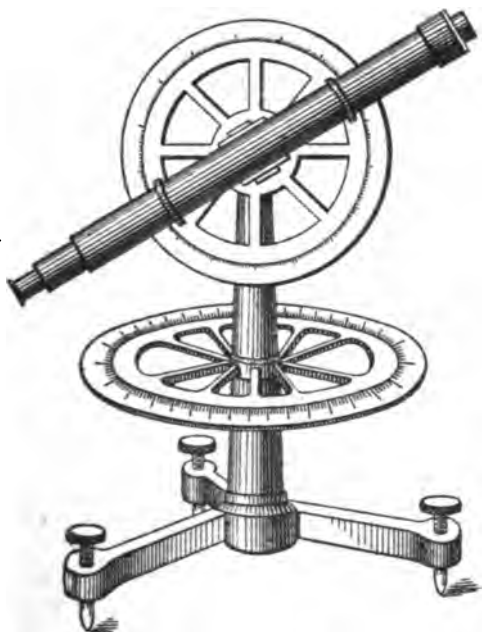
à B, sur lesquels sera inscrit l'instant exact de leur départ. L'heure d'arrivée étant enregistrée en A et B, la distance



de C à chacun des points sera indiquée par la durée du parcours (en tenant compte de l'action des vents).

Enfin les ondulations du terrain rendant difficile le repérage au sol des avions en panne dans le désert, on les munira de ballonnets gonflables au moyen de gaz comprimés dans des tubes, ainsi que de fusées fumigènes et lumineuses qui signaleront au loin sa présence de jour comme de nuit.

En tout cas, le pilote pourra « faire le point » au moyen



Théodolite.

des instruments de bord (sextant, théodolite) et communiquer le résultat par messenger ailé.

Ainsi, par tous les moyens en leur pouvoir, les voyageurs lancés dans l'immensité du désert resteront en relations avec le monde civilisé.

Et il faut avoir parcouru ces vastes étendues désolées pour comprendre l'angoisse qui peut étreindre le malheureux perdu dans les sables brûlants du Sahara, et qui se sait irrémédiablement privé de tout secours, sous un ciel embrasé, dans l'étouffement solitaire d'une nature implacable dont toute vie semble à jamais bannie.

CHAPITRE V

ORGANISATION D'UNE LIGNE AÉRIENNE RELIANT L'ALGÉRIE A NOS COLONIES DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE

Méthode générale de travail. — Choix des itinéraires ; étude du parcours adopté. — Détermination d'un type d'avion colonial. — Détails d'organisation de la ligne aérienne transafricaine. — Prix de revient. — Importance au point de vue économique de nos colonies d'Afrique.

Les considérations précédentes nous permettent d'envisager l'organisation d'une ligne aérienne de transports reliant la France et l'Algérie à nos possessions de l'Afrique Occidentale.

Pour apprécier toute l'importance des services que rendra l'aviation dans une pareille entreprise il faut se reporter aux nombreux projets de chemins de fer transsahariens établis depuis longtemps, mais qu'on n'a pu réaliser jusqu'ici à cause des multiples obstacles que présente l'exécution de semblables travaux :

Difficultés d'amener les matériaux à pied d'œuvre, température excessive, manque d'eau et de végétation rendant très pénibles les conditions de travail et d'existence pour le personnel, dunes de sables mouvants qui, poussées par le vent, ensevelissent les ouvrages en cours de construction et obstruent toutes voies de communication, etc. Enfin, les distances à franchir dans ces régions désertiques sont considérables... Les points terminus des voies ferrées d'Algérie : Colomb-Bechar et Biskra, sont à 1.700 et 2.300

kilomètres de Tombouctou (La plus grande longueur de la France Dunkerque-Hendaye est de 900 kilomètres).

Aussi la marche vers le sud s'est-elle arrêtée à la limite extrême du désert, les moyens de locomotion dont on disposait semblant insuffisants pour traverser ces immenses étendues. L'aviation va nous permettre de franchir d'un vol ces régions interdites et d'opérer ainsi l'unification de notre vaste empire africain.

*
* *

Nous aurons tout d'abord à déterminer les voies les plus favorables de pénétration suivant la nature même du pays, puis à entreprendre l'organisation proprement dite du parcours. Pour résoudre ce dernier problème deux méthodes s'offrent à nous :

Ou, disposant d'un modèle d'aéronef normalement employé en France, en assurer la meilleure utilisation possible sur un parcours colonial déterminé ;

Ou bien, après étude de la région à desservir, demander aux constructeurs d'établir un appareil approprié au service spécial qu'il est appelé à remplir.

Le premier cas est à retenir si, pour des raisons quelconques, utilisation des avions militaires périmés après la guerre par exemple, on n'a pas le choix du matériel volant.

Mais comme nous ne voulons enseigner ici que le progrès indéfini de l'aéronautique, nous n'envisagerons que la seconde solution ; outre que la plupart des avions de guerre créés pour la chasse ou le bombardement, c'est-à-dire pour la *grande vitesse* ou la *lourde charge utile en espace restreint* au détriment d'autres qualités : vitesse modérée à l'atterrissage, confort, espace suffisant pour des passagers, etc., ne répondent pas d'une façon générale au but commercial proposé, il faudra tenir compte de considérations particulières aux colonies : trajets de 400 kilomètres sans escale en plein désert, difficultés d'orientation, etc.

Nous chercherons donc à adapter le véhicule au voyage et non pas le voyage au véhicule, et *comme l'étude que nous entreprenons est pleine d'enseignements pratiques, nous nous efforcerons de les faire ressortir au fur et à mesure qu'ils se présenteront* pour permettre au lecteur d'en tirer tout le profit désirable.

Choix des Itinéraires.

L'examen de la carte nous montre que deux itinéraires permettent de relier directement entre elles nos colonies de l'Afrique Septentrionale et Occidentale.

1° Tombouctou—le Maroc, avec bifurcation à Marabouti sur Agadir (2.000 kilomètres) et Fez (2.300 kilomètres) ;

2° Tombouctou—Akabli ⁽¹⁾ par le Tanezrouft (1.200 kilomètres) ou par le Hoggar (1.600 kilomètres), avec bifurcations sur : a) Colomb-Bechar, Oran ; b) El Golea (ou Ouargla), Laghouat, Alger ; c) In Salah, El Biodh, Biskra, Philippeville ; d) Ghadamès, Tripoli (à l'Italie).

De ces deux pistes pour caravanes, jalonnées par des puits souvent desséchés, la première nous apparaît comme excentrique par rapport à nos colonies de l'Afrique du Nord ⁽²⁾ tout en traversant des régions de dunes dépourvues d'eau et de lieux habités sur des distances considérables, ainsi que les territoires montagneux et non encore pacifiés de l'Anti et du Grand-Atlas.

La seconde, plus centrale, aboutit au cœur même de l'Algérie et dessert des contrées plus complètement soumises à notre influence.

Dès lors il apparaît nettement que la ligne aérienne

(1) Territoire des oasis du Tidikel à 100 kilomètres à l'ouest d'In Salah ; le village d'El Mansour sur le territoire d'Akabli est à 30 kilomètres au sud de Tit.

(2) Il est à présumer toutefois que l'itinéraire Tombouctou—Agadir sera suivi par la future ligne aérienne qu'on ne manquera pas d'établir pour relier directement au Niger les côtes occidentales du Maroc ; une aéro-ligne côtière la prolongera sans doute jusqu'en France par Mogador et Casablanca.

transafricaine se subdivise en trois parties : Afrique du Nord, Sahara, Afrique Occidentale.

Nous considérerons Tombouctou et Akabli comme les « têtes d'un pont » de 1.200 kilomètres au-dessus du désert, et — comme de ces deux points partent en éventail un certain nombre de voies de pénétration dans les colonies qui nous intéressent — nous allons choisir parmi ces divers itinéraires celui qui nous paraîtra le plus avantageux.

Afin d'augmenter la sécurité des voyages et faciliter l'arrivée des secours en cas de panne, nous poserons comme principe que, dans ces régions aux vastes étendues incultes et inhabitées, *les lignes aériennes suivront autant que possible les voies de communication déjà établies* : ces dernières traversent d'ailleurs et desservent nécessairement les centres économiques les plus intéressants ; nous les classerons par ordre d'importance en voies ferrées, routes, pistes carrossables ou non, cours d'eau (fleuves ou rivières navigables ou non), lignes télégraphiques ; leur nombre est d'ailleurs si restreint qu'il nous est facile d'en établir le décompte :

Afrique du Nord. — 1° VOIES FERRÉES. — Dans l'Afrique du Nord quatre voies ferrées descendent vers le sud :
Oran—Colomb-Bechar ;
Alger—Djelfa ;
Philippeville—Biskra—Tougourt—Ouargla (1) ;
Tunis—Tozeur.

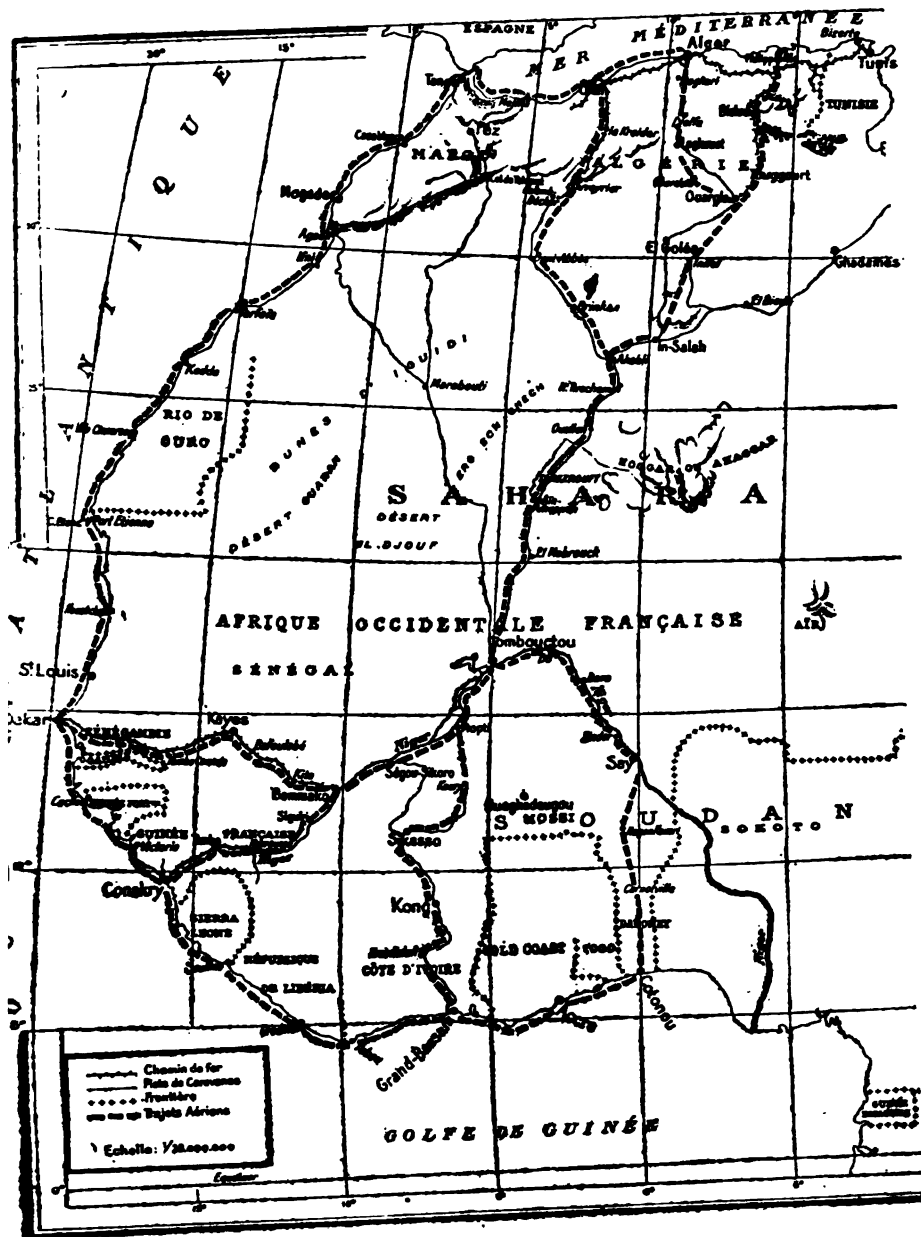
Des études ont été faites et des projets établis pour le prolongement :

a) De la ligne Oran—Colomb-Bechar jusqu'à Tit (2) par Igli, Beni-Abbès, Kerzaz et Tamentit ;

b) De la ligne Alger—Djelfa jusqu'à Laghouat et El Golea (projet de la Compagnie Ouest-Algérienne) ;

(1) Le tronçon Tougourt—Ouargla est en construction.

(2) Tit-el-Merabtine, à 30 kilomètres au nord d'Akabli.



c) De la ligne Philippeville—Biskra sur Ouargla et au sud sur Amguid, suivant les travaux des missions Flatters, Choisy et Rolland.

Le tableau suivant indique les distances à vol d'oiseau qui séparent Akabli des points terminus des voies ferrées actuellement construites ou en projet :

Colomb-Bechar .	670 km.	Tit.	30 km.
Djelfa	950 —	El Golea	450 —
Ouargla.	680 —	Amguid.	390 —
Tozeur	1.025 —		

2° ROUTES. — Les seules routes sahariennes existant actuellement sont celles d'Alger à Laghouat et El Golea et de Philippeville à Tougourt et Ouargla.

3° TÉLÉGRAPHE (1). — Les lignes télégraphiques de pénétration saharienne sont celles de :

Oran à Beni-Abbès et à Timmimoun ;

Alger à Laghouat, El Golea et In Salah.

Une grande artère transversale relie Djenan-el-Dar (20 kilomètres au sud de Figuig) à El Biban (Tunisie) par Laghouat et Ouargla.

4° PISTES. — Enfin les principales pistes de caravanes, qui partant d'Akabli remontent vers le nord, sont les suivantes :

a) *Akabli—Igli—Colomb-Bechar* (850 kilomètres). — Nombreuses oasis le long du parcours ; rejoint à Colomb-Bechar la voie ferrée d'Oran dont le prolongement jusqu'au Touat a été projeté. Des travaux sont en cours pour rendre ce tracé accessible aux automobiles.

b) *Akabli à Ouargla par In Salah et Hassi-Inifel*

(1) Les lignes télégraphiques peuvent être d'un grand secours en cas de panne, car elles permettent le raccordement d'un poste téléphonique ou télégraphique emporté à bord de l'avion. Elles servent aussi à jalonner la ligne aérienne.

(800 kilomètres). — Une piste pour automobiles est en cours d'achèvement entre Ouargla et In Salah.

c) *Akabli—In Salah—Temassimin—Ouargla* (1.050 kilomètres). — Traverse le Grand Erg sur le Gassi-el-Mouilah qui est un long défilé en terre ferme entre les dunes de sables mouvants. Plusieurs centaines de kilomètres dans le désert. Moins directe que la précédente.

d) *Akabli—Ghadamès*. — Cette ville appartient à l'Italie.

En résumé, de l'exposé qui précède sur la valeur relative des voies de communication actuellement suivies, il ressort que deux seulement méritent de retenir notre attention :

Akabli—Colomb—Oran (1.400 kilomètres).

Akabli—Ouargla : Philippeville (1.300 kilomètres); *Alger* (1.600 kilomètres).

Or leur longueur est à peu près la même et comme, au point de vue aéronautique, elles offrent des facilités d'organisation et des garanties de sécurité sensiblement équivalentes, il appartiendra aux compagnies aériennes intéressées de choisir celle qui leur paraîtra capable du meilleur rendement.

Ouvrons ici une parenthèse :

Il est à prévoir que des conflits ne tarderont pas de s'élever entre les grands ports de l'Afrique du Nord qui se disputeront tous l'honneur et l'avantage d'être « tête de ligne aérienne ».

Chacun aura pour cela de bonnes raisons.

C'est ainsi que le Maroc permettrait le parcours direct Espagne—France, évitant ainsi les inconvénients de la traversée maritime; et rien n'empêche les services aériens d'être internationaux.

Oran est bien placée en cas de traversée de la Méditerranée par aéronefs venant de Perpignan avec escale aux Baléares, ou voyageant le long des côtes orientales d'Espagne.

Alger, capitale de l'Algérie, pourrait être reliée aux autres ports de l'Afrique du Nord par une ligne aérienne parallèle à la côte et obtenir ainsi la concentration du trafic.

Tunis correspond directement avec la Sardaigne, la Corse et Nice, etc.

Mais comme nous n'avons entrepris la présente étude qu'à titre d'exemple, nous n'entrerons pas dans la discussion de ces divers projets.

Nous examinerons seulement les deux parcours envisagés.

Détail des itinéraires.

I-A) Oran—Akabli. — La ligne aérienne Oran—Colomb-Bechar—Akabli, suivant d'abord la voie ferrée d'Alger, passera par Perregaux (80 kilomètres à l'est d'Oran), puis se dirigera vers le sud en traversant la région montagneuse de l'Atlas (altitude moyenne 900 mètres et maximum 1.200) sur une largeur de 100 kilomètres.

Elle abordera ensuite la région des Hauts-Plateaux qui offre de bons terrains d'atterrissage sur une distance de 160 kilomètres, franchira les monts Ksour (altitude moyenne de 1.100 mètres, sommets à plus de 2.000 mètres, cols à 1.100 mètres), sur une distance de 120 kilomètres.

A Duveyrier elle abandonnera la voie ferrée qui oblique vers l'est jusqu'à Colomb-Bechar dans des régions accidentées pour suivre la piste qui longe l'Oued Zousfana et passe par les oasis d'Igli, Beni-Abbès, Kerzaz, Brinkan, Tamentit, aboutissant enfin à Akabli après un parcours de 850 kilomètres en pays plats.

Les stations d'atterrissage choisies ⁽¹⁾ d'après l'importance des centres économiques, la nécessité du ravitaillement, la nature du pays, etc., seront les suivantes :

(1) A titre de simple indication.

Horaires du secteur nord : Oran—Akabli.

(Durée de parcours sans arrêt.)

	DISTANCES	A la vitesse normale (150 km. à l'heure)	Avec vent arrière de 60 km.	Avec vent debout de 60 km.
Oran	250 km.	1 ^h 40'	1 ^h 11'	2 ^h 46'
Le Kreider.	240 —	1 36	1 08	2 40
Duveyrier	270 —	1 48	1 17	3 "
Beni-Abbès	280 —	1 52	1 20	3 04
Brinkan	345 —	2 18	1 39	3 50
Akabli.				
TOTAL	1.385 km.	9^h 14'	6^h 35'	15^h 20'

Vitesse commerciale.

(Avec arrêts de 30 minutes à chaque station.)

	DISTANCES	Sans vent	Vent arrière de 60 km.	Vent debout de 60 km.
Oran	250 km.			
Le Kreider.	240 —	2 ^h 10'	1 ^h 41'	3 ^h 16'
Duveyrier	270 —	4 16	3 19	6 26
Beni-Abbès	280 —	6 34	5 6	9 56
Brinkan	345 —	8 56	6 56	13 30
Akabli.		11 14	8 35	17 20

1-B) Alger—Akabli. — La ligne aérienne Alger—Akabli suivra la voie ferrée nord-sud qui aboutit à Boghari, avec prolongement sur Djelfa et Laghouat.

De Blidah à Boghari elle survolera successivement la région montagneuse du Tell (hauteur moyenne de 1.400 mètres) sur une longueur de 80 kilomètres environ; puis une plaine de steppes avec bons terrains d'atterrissage pendant une centaine de kilomètres et à laquelle succède un pays accidenté par les contreforts orientaux du Djebel

Amour sur une largeur d'environ 170 kilomètres; à partir de Laghouat elle longera en pays plat et désertique la route d'Ouargla qui passe par Ghardaïa, puis la piste menant à In Salah à travers les régions complètement inhabitées du plateau de Tademaït. A remarquer que le trajet direct Ghardaïa—In Salah par El Golea où aboutit la route d'Alger offrirait un gain de 200 kilomètres.

Horaires du secteur nord : Alger—Akabli.

(Durée de parcours sans escale.)

	DISTANCES	VITESSE : 150 km. à l'heure sans vent	VENT arrière de 60 km.	VENT debout de 60 km.
Alger (par Blida, Médéa, Boghari, Djelfa) . . .	350	2 ^h 20'	1 ^h 40'	3 ^h 54'
Laghouat (par Ghardaïa)	350	2 20	1 40	3 54
Ouargla	320	2 08	1 31	3 33
Inifel	360	2 24	1 43	4 *
In Salah	100	40	29	1 06
Akabli				
	1.480	9 ^h 52'	7 ^h 03'	16 ^h 27'

Vitesse commerciale.

(Avec arrêts de 30 minutes à chaque station).

	DISTANCE	SANS VENT	VENT arrière de 60 km.	VENT debout de 60 km.
Alger (par Blida, Médéa, Boghari, Djelfa) .	350			
Laghouat (par Ghardaïa)	350	2 ^h 50'	2 ^h 10'	4 ^h 24'
Ouargla	320	5 40	4 20	8 48
Inifel	360	8 18	6 21	12 51
In Salah	100	11 12	8 34	17 21
Akabli		12 52	9 03	18 27
	1.480			

La ligne Akabli—Philippeville serait établie d'après les mêmes principes.

Comme nous le verrons plus loin, l'examen de ces horaires présente un grand intérêt pour l'étude des conditions techniques que devra remplir l'aéronef chargé d'accomplir de pareils trajets.

II. Akabli—Tombouctou. — La seconde partie du parcours sera la plus pénible : 1.200 kilomètres à vol d'oiseau à franchir en plein Sahara. Deux itinéraires s'offrent à nous : le premier traverse la région du Tanezrouft, vaste plaine désertique constituée par une table de roche craquelée par les brusques alternatives du gel et de la chaleur ; il est jalonné par une vague piste de caravanes dont la trace s'arrête sur les débris rocaillieux ou se perd sous les sables mouvants. Aucune dune n'existe dans cette région uniformément plate et désolée (1). Quelques rares puits, fort distants les uns des autres et parfois desséchés, jalonnent ce parcours redouté par son absolue solitude.

On comprend aisément que les partisans des voies terrestres transsahariennes aient recherché un autre passage. Le grand Erg occidental ajoutant aux mêmes difficultés de transit que le Tanezrouft l'obstacle des collines aux sables mouvants, les missions militaires, scientifiques et commerciales ont porté leurs investigations dans la région montagneuse du Hoggar, dont le puissant massif (2) prolongé au sud par les monts d'Aïr domine toute la région comprise entre le 15° et le 25° parallèle.

C'est ainsi qu'un projet de voie ferrée a été établi pour relier Oran au Tchad par l'Aïr ainsi qu'au Niger par Aïn-Sefra, In Salah, le Hoggar et Tosay ; des discussions passionnées qui se sont élevées à ce sujet entre les partisans de cette ligne et ceux d'un tracé par le Tanezrouft ne

(1) Un seul erg de faible hauteur a été reconnu dans la région du Tanezrouft.

(2) Sommets à plus de 2.000 mètres.

permettent pas d'entrevoir avant longtemps une réalisation pratique de cette importante question.

En tous les cas, les gouvernements de l'Algérie et de l'Afrique Occidentale ont entrepris d'un commun accord la création d'une piste carrossable reliant Alger à Tombouctou par In Salah, Tit, Hoggar et Bamba ; elle sera d'un précieux secours pour étayer la ligne aérienne, et les premiers avions militaires qui tenteront la traversée du Sahara emprunteront sans doute cet itinéraire offrant des points d'eau et de ravitaillement moins espacés que le précédent.

Mais il y a lieu de considérer que le trajet du Hoggar a 400 kilomètres de plus que celui du Tanezrouft et comme, en ces contrées pareillement arides, aucun d'eux n'offre un intérêt quelconque au point de vue économique, il est à présumer que les aéronefs commerciaux traverseront directement le désert dès que les progrès accomplis par la navigation aérienne leur en fourniront les moyens.

Aussi ces deux parcours présentant, à la configuration du sol près, les mêmes caractéristiques, nous n'étudierons que l'un d'eux : le premier par exemple, quand nous chercherons à déterminer un type d'avion colonial.

Horaire du secteur central : Akabli—Tombouctou.

	DISTANCES	DURÉE de parcours à 150 km. à l'heure	VITESSE commerciale arrêts de 30 minutes	
Akabli	100	40'		
Tirechoumin	200	1 ^h 20	1 ^h 10'	Puits.
Ouallen	280	1 52	3 "	Puits.
Aïn-Amranen	240	1 36	5 22	Puits.
El Mabrouck	100	1 40	7 28	Village.
Mamoun	280	1 52	8 38	Village.
Tombouctou				Télégraphe.
	1.200	8 ^h "	10 ^h 30'	



Quelques vues de la ville prises sous ses différents aspects permettent d'obtenir par le procédé de « restitution » une carte aussi exacte et complète que par les méthodes ordinaires de topographie.

III. Tombouctou.—Afrique Occidentale. — Par sa situation géographique et son importance au point de vue économique, Tombouctou est le point d'aboutissement du transsaharien et le centre de divergence naturel des différentes voies de pénétration terrestres ou aériennes conduisant à nos colonies de l'Afrique Occidentale : Sénégal, Guinée, Côte d'Ivoire et Dahomey.

a) *Ligne du Sénégal.* — Tombouctou (30.000 habitants) — Dakar (182.000 habitants), 2.200 kilomètres.

Les lignes aériennes suivront autant que possible les voies de communication déjà établies, auprès desquelles se sont groupés les centres de l'activité commerciale.

Celle du Sénégal longera le Niger jusqu'à Kouli-Koro où aboutit la voie ferrée de Dakar.

Un service de transports est organisé dans le moyen Niger entre Tombouctou et Bammako (50 kilomètres de Koulikoro) au moyen de voitures spéciales sur pistes non empierrées.

Des vapeurs Mage effectuent ce trajet en 5 jours, mais pendant 3 mois de l'année seulement : novembre, décembre et janvier.

Bammako (157.000 habitants) est appelé par son importance à être tête des lignes aériennes de Dakar et de la Guinée.

On suivra ensuite la voie ferrée Bafou Labé (60.000 habitants) — Kayes (69.000 habitants) ⁽¹⁾ jusqu'au port de Dakar.

b) *Ligne de Guinée.* — Tombouctou—Conakry (45.000 habitants). Même itinéraire que le précédent jusqu'à Bammako; puis la ligne aérienne remontera le cours du haut Niger jusqu'à Kankan (40.000 habitants) où aboutit le chemin de fer de Conakry.

c) *Ligne de la Côte d'Ivoire.* — Tombouctou—Grand-Bassam (63.000 habitants) (Côte d'Ivoire).

On desservira les centres économiques les plus impor-

(1) Le tronçon de voie ferrée Kayes—Thiès n'est pas encore terminé, mais ce parcours peut être accompli en automobile.

tants : Segou—Sikoro, Sikasso, Kong, et Kouadio Kofi où doit aboutir la voie ferrée de Bingerville.

Le parcours sera d'ailleurs soigneusement repéré, car il n'existe aucune voie de communication (pistes, fleuves, rivières, etc.) pour le jalonner.

d) *Ligne du Dahomey.* — Tombouctou—Cotonou (Dahomey).

Dans les régions désertiques du Touareg et de Foulbé, on suivra le cours du Niger jusqu'à Say, pour descendre ensuite directement vers le sud en longeant la rivière Ouemne jusqu'à la côte.

Un projet de voie ferrée est établi entre Cotonou et Parakou où aboutit déjà le télégraphe à 400 kilomètres à l'intérieur des terres.

Il est désirable qu'une ligne aérienne transversale passant par Ouaghadougou desserve les riches et fertiles contrées du Mossi (2 millions d'habitants).

En résumé, nous établirons l'horaire suivant :

Ligne du Sénégal.

LOCALITÉS	DISTANCES	DURÉE du parcours à 150 km. à l'heure	HORAIRE (Vitesse commerciale avec arrêts de 30 minutes)
Tombouctou	370	2 ^h 28'	
Mopti.	350	2 20	2 ^h 58'
Segou-Sikoro	330	2 12	5 48
Bammako.	240	1 36	8 20
Kita	210	1 24	10 26
Bafoulabé.	200	1 20	12 26
Kayes	210	1 24	14 20
Tamba-Counda	390	2 36	16 14
Dakar			18 ^h 50
	2.300	15 ^h 20'	

Ligne de Guinée.

(Jalonnée par le télégraphe.)

LOCALITÉS	DISTANCES	DURÉE du parcours à 150 km. à l'heure	MORALE (Vitesse commerciale arrêts de 30 minutes)	OBSERVATIONS
Tombouctou				Télégraphe.
Mopti	370	2 ^h 28'	2 ^h 58'	Télégraphe, sur le Niger.
Segou-Sikoro	350	2 20	5 48	Télégraphe.
Bammako	330	2 12	8 30	Télégraphe, voie ferrée, em- branchement ligne aé- rienne Dakar.
	180	1 12		
Siguiri	150	1 "	10 12	Télégraphe.
Kouroussa	240	1 36	11 42	Télégraphe.
Timpo	270	1 48	13 48	Télégraphe.
Conakry				Télégraphe.
	1.890	12 ^h 36'	15 36	

Ligne de la Côte d'Ivoire.				
Tombouctou				
Mopti	370	2 ^h 28'	2 ^h 58'	Télégraphe.
Kouri	210	1 24	4 52	Télégraphe.
Sikasso	270	1 48	7 10	Télégraphe.
Kong	270	1 48	9 28	Télégraphe.
Kouadiokoff	210	1 24	11 22	Télégraphe, tête de ligne voie ferrée projetée sur Grand-Bassam.
Grand-Bassam	240	1 36		
	1.570	10 ^h 28'	12 58	

Ligne du Dahomey.

LOCALITÉS	DISTANCES	DURÉE du parcours à 160 km. à l'heure	MORAINS (Vitesse commerciale arrêtés de 30 minutes	OBSERVATIONS
Tombouctou				
Bo.	250	1 ^h 40'	2 ^h 10'	Sur le Niger.
Bara	210	1 24	4 04	Sur le Niger.
Zinder.	210	1 24	5 58	Sur le Niger.
Say	150	1 »	7 28	Télégraphe.
Magou Kouari	240	1 36	9 34	Télégraphe.
Carnotville.	270	1 48	11 52	Télégraphe.
Cotonou	300	2 »		
	1.630	10 ^h 52'	13 ^h 52'	

Détails de l'organisation.

Ainsi une ligne aérienne transafricaine française adoptera le parcours : Oran, Duveyrier, Akabli, Tombouctou, avec bifurcation de ce dernier point sur Dakar, Conakry, Grand-Bassam et Cotonou.

Chacune de ces villes sera dotée d'une aéro-gare, tandis que des stations secondaires dont l'importance dépendra de leur emplacement même, de la nature du pays, des nécessités du service, etc., desserviront les régions intermédiaires. On installera les principaux dépôts de matériel (réserves, magasins, ateliers de réparations, etc.) à Oran et Tombouctou — centres les plus importants — le premier comme tête de ligne en relation directe avec la France, le second par sa situation géographique qui en fait le point de convergence naturel de toutes lignes de l'Afrique Occidentale.

En outre, comme il est préférable de confier la conduite et l'entretien de chaque machine volante aux mêmes pilotes et mécaniciens, ainsi responsables de son entretien et de son bon fonctionnement, et comme on ne peut songer à faire accomplir tout le trajet (près de 6.000 kilomètres) sans interruption par le même personnel navigant (1), on divisera l'itinéraire en trois parties :

1° Oran—Akabli ;

2° Akabli—Tombouctou { Dakar,
Conakry ;

3° Tombouctou . . . { Grand-Bassam,
Cotonou.

Chacune de ces sections sera parcourue par les mêmes équipes qui acquerront ainsi une connaissance approfondie du parcours, pour la plus grande sécurité des transports.

Enfin, le personnel et le matériel étant divisés en deux catégories distinctes, suivant qu'ils seront affectés au service navigant (pilotes, avions, etc.) ou au service fixe (employés des aéro-gares, hangars, etc.), on établira l'organisation suivante :

1° SERVICE MOBILE

Deux équipes composées chacune de 6 avions (avec un pilote et un mécanicien au moins par appareil) et ayant respectivement leur port d'attache à Oran et à Akabli, assureront le service aller et retour entre ces deux points.

Ce chiffre correspond au minimum indispensable pour assurer un service journalier, car, les avions devant toujours voler par groupes de deux au moins, disposeront de 3 jours de repos pour une journée de travail, délai nécessaire et

(1) Quand le problème de la stabilisation automatique des avions aura été complètement résolu, les pilotes pourront accomplir sans fatigue de plus longs parcours, et les mêmes vaisseaux aériens munis de moteurs robustes et sûrs effectueront des voyages de plusieurs jours.

suffisant pour la « détente » du personnel et l'entretien courant du matériel.

Des aéronefs de secours seront mis en réserve dans les gares principales du parcours et en nombre suffisant pour parer aux imprévus ainsi que pour remédier à l'usure du matériel fatigué par de longs voyages.

Le service régulier pourra d'ailleurs n'être pas journalier, et il semble bien qu'au début une traversée par semaine soit suffisante, les compagnies ayant la faculté de modifier la composition du convoi suivant les besoins du moment. Mais on n'oubliera pas que les distances à franchir étant fort grandes, les moteurs ne manqueront pas de prouver que leur durée n'est pas indéfinie.

On sera donc amené à constituer *une disponibilité d'avions complets et de moteurs correspondant par exemple à la moitié des appareils en service ainsi qu'un nombre de pilotes (2 mécaniciens par pilote) égal à la moitié des appareils en réserve.*

Ils seront placés aux endroits les plus favorables, Akabli, Tombouctou, Bammako en particulier, pour rayonner dans toutes les directions.

En appliquant aux divers secteurs de la ligne trans-africaine les considérations ci-dessus, nous obtiendrons la répartition suivante :

		MATÉRIEL VOLANT			PERSONNEL NAVIGANT			
		Avions en service quadri- moteurs	Avions complets en réserve	Moteurs en réserve (1)	Pilotes		Mécaniciens	
					en ser- vice	en ré- serve	en ser- vice	en ré- serve
Secteur nord	Oran	6	3	3	6	2	6	2
	Akabli	6	3	3	6	1	6	1
Secteur central	Akabli	6	3	3	6	1	6	1
	Tombouctou	6	3	3	6	2	6	2
	Tombouctou	6	3	3	6	1	6	1
	Bamako	6	3	3	6	2	6	2
	Bamako (?).	6	3	3	6	1	6	1
	Dakar	6	3	3	6	2	6	2
	Tombouctou	6	3	3	6	1	6	1
	Conakry	6	3	3	6	2	6	2
	Tombouctou	6	3	3	6	1	6	1
	Grand-Bassam	6	3	3	6	2	6	2
	Tombouctou	6	3	3	6	1	6	1
	Cotonou	6	3	3	6	2	6	2
TOTAL		84	42	42	84	21	84	21

(1) Les chiffres de cette colonne seront multipliés par le nombre de moteurs que comporte chaque avion.
 (2) Étant donnée son étendue, la ligne Tombouctou—Dakar est scindée en deux parties : Tombouctou—Bamako et Bamako—Dakar.

Pratiquement le personnel et le matériel de réserve seront répartis dans les stations intermédiaires suivant les intérêts du service. C'est ainsi que dans le secteur nord on aurait la distribution suivante :

Secteur nord.

		MATÉRIEL VOLANT			PERSONNEL NAVIGANT			
		Avions en service	Avions complets en réserve	Moteurs en réserve	Pilotes		Mécaniciens	
					en ser- vice	en ré- serve	en ser- vice	en ré- serve
Oran		6	2	2	6	1	6	1
Duveyrier			2	2		1		1
Akabli		6	2	2	6	1	6	1
TOTAL		12	6	6	12	3	12	3

2° SERVICE FIXE

Le service fixe sera constitué par :

Un personnel administratif et technique de direction générale, de contrôle, d'inspection et d'exploitation avec un matériel approprié.

Les centres d'atterrissage comprendront trois catégories :

Aéro-gares principales ;

Aéro-gares secondaires ;

Stations.

D'une façon générale et à titre d'indication, la composition de chacune d'elles sera la suivante :

AÉRO-GARES D'ORAN

Personnel :

Un chef du secteur Oran-Akabli ;

Un chef d'aéro-gare avec le personnel adjoint nécessaire : inspecteurs, chefs de service et d'atelier, mécaniciens, menuisiers, toiliers, automobilistes, employés divers, etc.

Matériel :

Aérodrome aménagé ;

Bâtiments pour le personnel ;

Hangars pour le matériel (magasins, ateliers pour la revision complète du matériel, garages, etc.) ;

Voitures automobiles.

Les aéro-gares secondaires seront dotées d'un personnel plus réduit que les principales, leurs ateliers étant simplement aménagés pour faire la *réparation courante*.

Enfin les stations constitueront de simples *postes de ravitaillement* disposant des réserves nécessaires en combustible pour permettre à l'avion de *faire le plein* en cours de route et lui offrant au besoin un *abri momentané*.

Le personnel sera réduit au strict nécessaire. Dans bien des cas deux ou trois hommes suffiront.

Détermination d'un type d'appareil colonial.

Les considérations qui précèdent sur la nature des régions à survoler et les horaires des voyages aériens, bien que quelque peu fastidieuses, n'auront pas été inutiles : elles vont nous permettre de déterminer un type d'appareil colonial.

Il est incontestable que la partie la plus dure des trajets envisagés est celle qui devra être effectuée au-dessus des sables brûlants du Sahara, entre Akabli et Tombouctou.

Pour franchir cette distance de 1.200 kilomètres en plein désert, deux solutions s'offrent à nous :

Ou établir un type d'avion capable d'effectuer la traversée d'une seule traite ;

Ou bien créer des stations intermédiaires de ravitaillement.

Premier cas. — Emploi d'un avion capable de franchir 1.200 kilomètres sans arrêts.

Nous avons déjà posé comme principe que la première qualité d'un aéronef du type commercial étant la sécurité, il fallait construire dans ce but des vaisseaux aériens munis de plusieurs moteurs et tels que si un de ces derniers venait à « lâcher », l'appareil puisse continuer à voler horizontalement à pleine charge.

Choisissons par exemple un quadri-moteur ayant les caractéristiques suivantes :

4 moteurs de 200 HP chacun ;

Vitesse : 160 kilomètres à l'heure ;

Capacité de transport : 2.200 kilos.

Dans la région comprise entre 17° (Tombouctou) et 27° (Akabli) de latitude nord, la plus courte durée du jour au solstice d'hiver est d'environ 10^h 45.

Si nous tenons compte du fait que, dans la zone équatoriale et sous le ciel serein du Sahara, la clarté avant et

après le coucher astronomique du soleil est presque toujours suffisante pour permettre à un avion de voler trois quarts d'heure de plus environ le matin et le soir, nous disposerons d'une douzaine d'heures de « volabilité » au jour le plus court de l'année. Et en appliquant la formule :

$$V = \frac{L}{T - nt} + v$$

nous trouvons que la vitesse absolue de notre avion atteindra 160 kilomètres pour franchir le Sahara en une journée, dans le « cas le plus défavorable ».

Mais la quantité de combustible exigée par un pareil voyage représente :

$$45 \times 4 \times 12 = 2.160 \text{ kilos } (1)$$

en volant à un régime ralenti des moteurs (régime de voyage),

$$\text{ou } 55 \times 3 \times 12 = 1.980 \text{ kilos,}$$

avec trois moteurs à plein rendement.

Et en ajoutant à ces chiffres le poids d'un pilote et d'un mécanicien (2) :

$$2.160 + 160 = 2.320 \text{ kilos,}$$

$$\text{ou } 1.980 + 160 = 2.140 \text{ kilos,}$$

ce qui prouve que notre quadri-moteur 800 HP, *sans voyageurs ni marchandises*, serait insuffisant pour accomplir le trajet sans escale dans le « cas le plus défavorable » (1).

Il est donc inutilisable au point de vue commercial.

Telle est la conclusion à laquelle nous amène la condition

(1) La consommation horaire en essence et huile d'un moteur de 200 HP étant de 55 kilos environ au régime normal.

(2) En comptant 80 kilos par personne.

(3) Or les rapports indiqués entre la vitesse et la charge utile pour un 800 HP sont ceux qu'on obtient pratiquement dans la construction des avions. Si nous augmentons le poids utile la vitesse diminuera et le trajet ne sera plus effectué dans les conditions demandées.

On aura donc recours à un autre type d'appareil.

imposée tout d'abord : d'effectuer *pendant le jour et en une seule étape* la traversée du Sahara.

Mais si la ligne aérienne est organisée *pour les vols de nuit*, il semble possible de réduire la vitesse absolue de l'avion dans de notables proportions puisqu'il n'existe pas dans le désert — comme en France — de moyens de locomotion concurrents, le chameau étant le seul élément possible de comparaison.

On n'aurait plus à considérer que la nécessité de lutter contre les forts courants aériens qui règnent dans les régions tropicales.

La vitesse minimum de l'avion serait alors déterminée de la façon suivante :

Vitesse du plus fort vent contraire : 60 kilomètres.

Vitesse minimum nécessaire par vent contraire de 60 kilomètres pour que les transports par avion présentent un réel intérêt par rapport à ceux des caravanes ainsi que des bateaux reliant l'Afrique Occidentale au Maroc, à la France et à l'Algérie : 30 kilomètres.

Soit 90 kilomètres à l'heure.

Mais une allure aussi faible présente plusieurs inconvénients :

Tout d'abord, on devra renoncer à voler aux heures chaudes de la journée, l'appareil se défendant mal contre les remous par suite de son manque de rapidité ; il s'arrêtera donc en cours de route, ce qui augmentera encore la durée du voyage et nécessitera l'aménagement de terrains d'atterrissage intermédiaires ou tout au moins d'abris provisoires.

Considérons ensuite que le temps de vol effectif pour se rendre d'Akabli à Tombouctou sans escale par vent contraire de 60 kilomètres sera de :

$$\frac{1.200}{30}, \text{ soit de 40 heures.}$$

Or une pareille durée est inadmissible, non seulement

dans l'état actuel des constructions aéronautiques, car il faudrait établir un véritable appareil de record, mais aussi pour le rendement commercial de la navigation aérienne, à cause de la quantité considérable de combustible exigée pour tenir l'air aussi longtemps, au détriment du chargement en voyageurs et marchandises.

Enfin la vitesse moyenne de l' « appareil de nuit » est encore inférieure à celle de l'avion ne volant *que de jour* à 160 kilomètres.

En effet, nous obtenons *pour une durée de 24 heures* :

Avion de jour : 12 heures de vol de jour à 160 kilomètres = 1.920 kilomètres.

Avion de nuit : 19 (1) heures de vol au maximum (de jour et de nuit) à 90 kilomètres = 1.710 kilomètres.

Nous sommes donc amenés à augmenter la vitesse propre de notre « avion de nuit » ou à envisager la création de stations intermédiaires de ravitaillement entre Akabli et Tombouctou.

Examinons les conditions dans lesquelles ces deux opérations pourront être effectuées.

Deuxième cas. — Parcours Akabli—Tombouctou avec stations intermédiaires de ravitaillement.

Nous venons de voir que pour franchir dans le « cas le plus défavorable » la distance qui sépare Akabli de Tombouctou, soit 1.200 kilomètres, il fallait employer des avions faisant au moins du 160 à l'heure. La nécessité d'accomplir ce trajet sans escale a obligé notre 800 HP à se munir d'un poids considérable d'essence et d'huile : plus de 2 tonnes, ce qui l'a rendu complètement inutilisable pour le transport des voyageurs ou des marchandises.

Si nous admettons maintenant la création de stations intermédiaires pour le ravitaillement en cours de route, la

(1) On ne volera pas de 10 heures à 15 heures à cause des remous de char-

charge en combustible diminuera d'autant plus qu'on les rapprochera davantage les uns des autres, c'est-à-dire *qu'elles seront plus nombreuses*, et on pourrait ainsi les multiplier indéfiniment pour emporter un chargement commercial aussi important que possible.

Or nous avons déjà vu que, dans la création d'un type d'appareil, la charge utile et la vitesse sont liées de telle sorte qu'une modification apportée à l'une de ces qualités amène une variation de l'autre en sens inverse.

On risquerait dès lors d'adopter, pour une allure déterminée, un appareil muni de petits réservoirs et qui serait obligé d'atterrir trop fréquemment pour se ravitailler en cours de route.

Il y a donc un accord à établir entre ces conditions contradictoires, et nous en rechercherons les bases dans les considérations suivantes :

Si nous ne construisons des stations qu'aux seuls abords des puits existant entre Akabli et Tombouctou, nous remarquons que le plus grand intervalle qui sépare deux d'entre eux est de 280 kilomètres.

D'autre part, dans l'examen des divers itinéraires aériens de nos colonies d'Afrique, nous avons pu constater que l'éloignement des centres principaux de l'activité humaine (grandes villes, oasis, etc.) variait entre 300 et 400 kilomètres.

Des points d'atterrissage plus rapprochés, outre qu'ils augmenteraient inutilement la durée des voyages, ne paraissent pas intéressants au point de vue du rendement économique des lignes aériennes, et d'ailleurs on aura toujours la faculté d'élever le nombre des aéro-gares suivant l'accroissement du trafic.

Enfin sur des parcours aussi peu fréquentés, il est prudent de créer des *postes de secours* reliés par T. S. F. et suffisamment rapprochés les uns des autres pour limiter le champ des recherches en cas de panne. Et c'est bien là un des

rôles importants qu'auront à remplir nos stations intermédiaires pour assurer la sécurité des voyages aériens en ces lointains pays (1).

Or un méhari peut fournir pendant quatre jours au plus des courses quotidiennes de 100 kilomètres, ce qui représente une étape d'avion de 400 kilomètres ou deux demi-étapes de 200 kilomètres chacune, soit l'aller et le retour, entre deux stations consécutives: Les voyageurs en panne dans le désert auront ainsi la certitude de ne pas demeurer plus de 48 heures sans secours.

Quant à l'automobile, on ne lui demandera pas raison-

(1) L'automobile, utilisable sur certains parcours (terrains durs, pierreux, herbeux, bled, etc.), sera fréquemment arrêtée par les dunes de sable qu'elle ne franchira que lentement.

On aura donc recours dans cette région à l'organisation et aux méthodes suivantes :

Les deux stations entre lesquelles navigueront les convois aériens se maintiendront par T. S. F. en rapport constant avec ces derniers. Ainsi tout événement imprévu sera immédiatement signalé.

Or quatre sortes d'incidents sont à prévoir :

1° Panne réparable en l'air ; par exemple un des moteurs faiblit ou s'arrête : on augmente le régime des autres ou on le remplace aussitôt par le moteur de secours qui est mis en marche pendant que l'avion continue normalement sa route ;

2° La panne nécessite un atterrissage ; en ce cas l'avion repart aussitôt après la réparation terminée. Si le retard n'est pas de trop longue durée, les postes prévenus par T. S. F. ne s'inquiètent pas ;

3° L'avion — obligé d'atterrir — ne peut repartir par ses propres moyens, ou est victime d'un accident irréparable ;

4° Enfin l'avion s'étant écarté de la bonne voie pour une raison quelconque est perdu dans le désert.

Dans l'éventualité de ces deux derniers cas, on aura pris les dispositions suivantes :

Quand la T. S. F. ne fonctionnera pas, les pilotes égarés — munis d'instruments permettant de « faire le point » comme à bord d'un navire — enverront des pigeons voyageurs pour indiquer leur emplacement aux stations de départ et d'arrivée.

Les avions de secours ainsi prévenus voleront à leur recherche et ramèneront au besoin le personnel et les marchandises en souffrance.

L'appareil sera réparé si possible, sinon ramené en pièces démontées, soit par la voie de l'air, soit en automobile ou à dos de chameau.

nablement de parcourir, en ces terrains difficiles, plus de 400 kilomètres sans ravitaillement (1).

Aussi, pour bien des motifs, *la moyenne raisonnable des vols à effectuer sans arrêt en Afrique sera d'environ 400 kilomètres* et c'est sur cette base que nous établirons nos types d'avions coloniaux.

Si on désire accomplir le trajet Akabli-Tombouctou dans la même journée et à toute époque de l'année en une série de parcours maxima de 400 kilomètres chacun, on déduira

(1) Pour accomplir 400 kilomètres sans escale par vent contraire de 60 kilomètres, le quadri-moteur 800 HP volant à : 170 — 60, soit 110 kilomètres à l'heure, emportera une quantité de combustible suffisante pour 3^h 38 de vol, pratiquement 4 heures, soit :

$$45 \times 4 \times 4 = 720 \text{ kilos.}$$

La charge utile étant de 1.900 kilos, il restera donc :

$$1.900 - 720 = 1.180 \text{ kilos disponibles,}$$

soit en déduisant 160 kilos pour le pilote et un mécanicien :

$$1.020 \text{ kilos au minimum.}$$

La plupart du temps la charge en combustible se trouvera réduite par le fait qu'un vent de 60 kilomètres constamment défavorable est très rare sur d'aussi longs parcours et les aéro-gares se signalant l'état atmosphérique des régions survolées, on connaîtra à l'avance la quantité d'essence et d'huile qu'il suffira d'emporter pour accomplir le trajet de 400 kilomètres, comme l'indique le tableau suivant :

	VENT CONTRAIRE de 60 km.	NORMALEMENT	VENT ARRIÈRE de 60 km.
Vitesse moyenne de vol à l'heure . . .	110 km.	170 km.	230 km.
Durée de parcours correspondante . .	3 ^h 38'	2 ^h 21'	1 ^h 44'
Quantités correspondantes de combustible	163 ^{kg} 5 × 4 = 654 kg	105 ^{kg} 75 × 4 = 423 kg	78 ^{kg} 5 × 4 = 312 kg
<i>Économies réalisées sur le cas du plus fort vent contraire :</i>			
Comme temps . . .		1 ^h 17'	1 ^h 54'
Sur la distance . . .		218 km.	437 km.
En combustible . . .		50 ^{kg} 05 × 4 = 200 ^{kg} 200	85 ^{kg} 5 × 4 = 342 kg

de la durée possible de vol au solstice d'hiver et à la latitude moyenne d'Akabli—Tombouctou, soit de 12 heures environ le temps des trois arrêts obligatoires, soit 1^h 30; le voyage devra donc être effectué en 10^h 30, c'est-à-dire à une allure constante de 114 kilomètres à l'heure; la vitesse propre de l'avion sera donc de 174 kilomètres dans le « cas le plus défavorable ».

Pratiquement on la ramènera à 160 kilomètres, et cette réduction, qui diminue la force du plus fort vent contraire (60 kilomètres) $174 - 160 = 14$, est acceptable, grâce aux stations intermédiaires dans lesquelles l'avion surpris par la nuit aura la faculté d'atterrir.

Notre « avion de jour type 160 kilomètres » mettra donc 4 heures à parcourir la plus longue étape par vent contraire de 60 kilomètres; pour parer aux imprévus : détours, fuites d'essence, etc., il emportera une provision de combustible suffisante pour effectuer 4^h 30 de vol sans ravitaillement.

Quant à notre « avion de nuit type 90 kilomètres » il tiendra l'air pendant plus de 13 heures dans les mêmes conditions, ce qui exige des réservoirs de grande capacité, quels que soient d'ailleurs le nombre et le type des moteurs employés.

Nous augmenterons donc sa vitesse de façon :

1° A réduire ses réservoirs dans des proportions plus en rapport avec l'état actuel des constructions aéronautiques ;

2° A lui permettre de lutter avantageusement contre les remous et vents violents pour tenir l'air à toute heure du jour;

3° A lui rendre possible le parcours de 400 kilomètres en une seule journée, du lever au coucher du soleil, dans le « cas le plus défavorable ».

Dans ces conditions, *l'allure de 120 kilomètres nous paraît un minimum fort convenable.*

La charge en combustible sera suffisante pour 6^h 40 de vol, soit pratiquement pour 7 heures.

Comme on couvrira des distances de :

$$7 \times 120 = 840 \text{ kilomètres sans vent,}$$

et de $7 \times 180 = 1.260$ kilomètres, avec vent arrière de 60 kilomètres, il ne sera pas toujours nécessaire de « faire le plein » pour franchir une étape et on réalisera ainsi un bénéfice correspondant en voyageurs et marchandises ⁽¹⁾.

Si maintenant, évitant de voler la nuit, nous songeons à employer notre « avion 120 kilomètres » pour ne voyager que le jour, examinons les tableaux des horaires précédemment établis entre Oran et Dakar par exemple.

En tenant compte de la clarté diurne aux diverses latitudes la durée de vol au solstice d'hiver n'excédera pas :

9^h 30 entre Oran et Akabli,

10 15 entre Akabli et Tombouctou,

11 » entre Tombouctou et Dakar ⁽²⁾.

Dans ces conditions notre avion 120 kilomètres mettra près de 6 jours pour effectuer le voyage Marseille-Dakar, alors qu'un bateau se rend en 8 jours de Dakar en France.

Ainsi, en supposant qu'aucune autre cause de retard n'intervienne en cours de voyage ⁽³⁾, le parcours aérien ne présente pas un avantage marqué sur la traversée maritime.

Nous sommes donc amenés soit à utiliser plusieurs types d'avions d'allures différentes suivant les saisons (plus rapides en hiver qu'en été), soit plutôt à nous rapprocher encore de notre « type 160 kilomètres », considérant comme insuffisante la vitesse du « type 120 kilomètres » employé uniquement de jour ⁽⁴⁾.

(1) Quant à la question de savoir s'il est préférable, au point de vue du prix de revient des transports aériens, de constituer une flotte commerciale composée d'un certain nombre de grosses unités ou d'un nombre plus élevé de petites pour transporter un même chargement, on se reportera à la remarquable étude qui a été faite par M. Soreau sur l'« avion économique ».

(2) Nous avons admis que sur d'aussi longs parcours, l'avion rencontrant des courants aériens de directions différentes dont les actions, successivement favorables ou contraires, se neutralisent, sa vitesse moyenne de vol serait égale à sa vitesse propre.

(3) Ces durées sont calculées d'après la latitude du point terminus septentrional de chacun des 3 secteurs et sans tenir compte de l'aube et du crépuscule.

(4) Et de toute façon apparaissent les avantages de la navigation de nuit.

Voyage de jour et de nuit ininterrompu.

(Arrêt de 30 minutes à chaque station.)

ITINÉRAIRES	DISTANCES	DURÉES de parcours à 120 km. à l'heure	DURÉES de parcours avec arrêts de 30 minutes	DURÉES de parcours à 160 km. à l'heure	DURÉES de parcours avec arrêts de 30 minutes	OBSERVATIONS
	kilom.					
Marseille	300	2 ^h 30'	3 ^h *	1 ^h 52'	2 ^h 22'	Mêmes observa- tions qu'aux ta- bleaux précédents.
Barcelone	300	2 30	6 "	1 52	4 44	
Valence	400	3 20	9 50'	2 30	7 44	
Oran	250	2 05	12 25	1 34	9 48	
Le Kreider	240	2 "	14 55	1 30	11 48	
Duveyrier	270	2 15	17 40	1 41	13 59	
Beni-Abbès	280	2 20	20 30	1 45	16 14	
Brinkan	345	2 52	23 53	2 09	18 53	
Akabli	300	2 30	26 52	1 52	20 15	
Ouallen	280	2 20	29 42	1 45	23 30	
Ain-Amranen	240	2 "	32 12	1 30	25 30	
El Mabrouck	380	3 10	35 52	2 23	28 23	
Tombouctou	370	3 05	39 27	2 19	31 12	
Mopti	350	2 55	42 52	2 11	33 53	
Segou-Sikoro	330	2 45	46 07	2 03	36 26	
Bammako	240	2 "	48 37	1 30	38 26	
Kita	210	1 45	50 52	1 19	40 15	
Bafoulabé	200	2 "	53 02	1 30	42 "	
Kayes	210	1 45	55 17	1 19	43 49	
Tamba-Counda	390	3 15	58 52	2 26	46 15	
Dakar						
TOTAL	5.885	49 ^h 02'	soit 2 jours 10 ^h 32'	86 ^h 45'	soit 1 jour 22 ^h 15'	

VOYAGES DE JOUR

Voyage de jour

ITINÉRAIRES	DISTANCES	A 120 KILOMÈTRES A L'HEURE		
		Durée de parcours	Horaire	Jours
Marseille.	300km	2 ^h 30'	D. 6 ^h *	
Barcelone	300	2 30	A. 8 30' D. 9 "	
Valence	400	3 20	A. 11 30 D. 12 *	
Oran.	250	2 05	A. 15 20 D. 15 50	
Le Kreider.	240	2 "	A. 17 55 D. 6 *	1
Duveyrrier	270	2 15	A. 8 " D. 8 30	
Beni-Abbès.	280	2 20	A. 10 45 D. 11 15	
Brinkan	345	2 52	A. 13 35 D. 14 05	
Akabli.	300	2 30	A. 16 57 D. 6 *	1
Ouallen	280	2 20	A. 8 30 D. 9 *	
Aïn-Amranen.	240	2 "	A. 11 20 D. 11 50	
El Mabrouck.	380	3 10	A. 13 50 D. 14 20	
Tombouctou	370	3 05	A. 17 30 D. 6 *	1
Mopti	350	2 55	A. 9 05 D. 9 35	
Segou-Sikoro.	330	2 45	A. 12 30 D. 13 *	
Bammako	240	2 *	A. 15 45 D. 16 15	
Kita	210	1 45	A. 18 15 D. 6 *	1
Bafoulabé	200	1 40	A. 7 45 D. 8 15	
Kayes	210	1 45	A. 9 55 D. 10 25	
Tamba-Counda.	390	3 15	A. 12 10 D. 12 40	
Dakar.			A. 15 55	

à Péquinox.

A 160 KILOMÈTRES À L'HEURE			OBSERVATIONS
Durée de parcours	Horaire	Jours	
1 h 52'	D. 6 h		Aéro-gare principale.
	A. 7 52'		
2 52	D. 8 22		
	A. 10 14		
1 30	D. 10 34		
	A. 13 04		Aé. P. — Télégraphe.
1 34	D. 13 34		
	A. 15 08		Station. — Télégraphe. — Voie ferrée.
1 30	D. 15 38		
	A. 17 08	1	Aé. S. — Télégraphe. — Voie ferrée.
1 41	D. 6 h		
	A. 7 41		Station. — Télégraphe.
1 45	D. 8 11		
	A. 9 56		Station. — Oasis.
2 09	D. 10 26		
	A. 12 35		Aé. P. — A 120 kilomètres d'In Salah.
1 52	D. 13 05		
	A. 14 57		Station. — Puits.
1 45	D. 15 27		
	A. 17 12	1	Station. — Puits.
1 30	D. 6 h		
	A. 7 30		Station. — Village.
2 23	D. 8 h		
	A. 10 23		Aé. P. — Télégraphe.
2 19	D. 10 53		
	A. 13 12		Station. — Sur le Niger. — Télégraphe.
2 11	D. 13 42		
	A. 15 53		Station. — Télégraphe.
2 03	D. 16 23		
	A. 18 26	1	Aé. P. — Voie ferrée. — Embranchement voie aérienne Guinée.
1 30	D. 6 h		
	A. 7 30		Station. — Télégraphe.
1 19	D. 8 h		
	A. 9 19		Station. — Télégraphe.
1 15	D. 9 49		
	A. 11 04		Aé. S. — Voie ferrée.
1 19	D. 11 34		
	A. 12 53		Station. — Voie ferrée.
2 26	D. 13 23		
	A. 15 49		Aéro-gare principale.

Voyage de jour

ITINÉRAIRE	DISTANCES	A 120 KILOMÈTRES A L'HEURE		
		Durée de parcours	Horaire	Jours
Marseille.			D. 7 ^h 45'	
Barcelone	300 ^{km}	2 ^h 30'	A. 10 15 D. 10 45	
Valence	300	2 30	A. 13 15 D. 13 45	
Oran.	400	3 20	A. 17 05 D. 7 15	1
Le Kreider.	250	2 05	A. 9 20 D. 9 50	
Duveyrer	240	2 "	A. 11 50 D. 12 20	
Beni-Abbès	270	2 15	A. 14 35 D. 15 05	
Brinkan	280	2 20	A. 17 25 D. 7 15	1
Akabli.	345	2 52	A. 10 07 D. 10 37	
Ouallen	300	2 30	A. 13 07 D. 13 37	
Aïn-Amranen	280	2 20	A. 15 57 D. 6 30	1
El Mabrouck.	240	2 "	A. 8 30 D. 9 "	
Tombouctou	380	3 10	A. 12 10 D. 12 40	
Mopti	370	3 05	A. 15 45 D. 6 30	1
Segou-Sikoro.	350	2 55	A. 9 25 D. 9 55	
Bammako	330	2 45	A. 12 40 D. 13 10	
Kita.	240	2 "	A. 15 10 D. 15 40	
Bafoulabé	210	1 45	A. 17 25 D. 6 30	1
Kayes	200	1 40	A. 8 10 D. 8 40	
Tamba-Counda.	210	1 45	A. 10 25 D. 10 55	
Dakar.	390	3 15	A. 14 10	

au solstice d'hiver.

A 160 KILOMÈTRES A L'HEURE			OBSERVATIONS
Durée de parcours	Horaire	Jours	
1 h 52'	D. 7 h 45'		Aéro-gare principale.
	A. 9 37		
1 52	D. 10 07		
	A. 11 59		
2 30	D. 12 29		
	A. 14 59		Aé. P. — Télégraphe.
1 34	D. 15 29		
	A. 17 03	1	Station. — Télégraphe. — Voie ferrée.
1 30	D. 7 15		
	A. 8 45		Aé. S. — Télégraphe. — Voie ferrée.
1 41	D. 9 15		
	A. 10 56		Station. — Télégraphe.
1 45	D. 11 26		
	A. 13 11		Station. — Oasis.
2 09	D. 13 41		
	A. 15 50	1	Aé. P. — A 120 kilomètres d'In Salah.
1 52	D. 7 15		
	A. 9 07		Station. — Puits.
1 45	D. 9 37		
	A. 11 22		Station. — Puits.
1 30	D. 11 52		
	A. 13 22		Station. — Village.
2 23	D. 13 52		
	A. 16 15	1	Aé. P. — Télégraphe.
2 19	D. 6 30		
	A. 8 49		Station. — Sur le Niger. — Télégraphe.
2 11	D. 9 19		
	A. 11 30		Station. — Télégraphe.
2 03	D. 12 "		
	A. 14 03		Aé. P. — Voie ferrée. — Embranchement ligne aérienne
1 30	D. 14 33		Guinée.
	A. 16 03		Station. — Télégraphe.
1 19	D. 16 33		
	A. 17 52	1	Station. — Voie ferrée.
1 15	D. 6 30		
	A. 7 45		Aé. S. — Voie ferrée.
1 19	D. 8 15		
	A. 9 34		Station. — Voie ferrée en projet.
2 26	D. 10 04		
	A. 12 30		Aéro-gare principale.

Ainsi, *avec et sans escales*, le trajet Akabli—Tombouctou est pratiquement réalisable dans le « cas le plus défavorable » et en une seule journée par un avion faisant normalement du 160.

Toutefois, pour les raisons invoquées plus haut, nous donnerons la *préférence au système d'organisation par étapes de 400 kilomètres*.

Nous sommes donc amenés à conclure que :

Le type d'avion à adopter pour nos colonies d'Afrique sera muni de plusieurs moteurs et construit de telle façon que si l'un de ces derniers vient à « lâcher », l'appareil continuera à voler horizontalement à pleine charge.

S'il est destiné à voler de jour comme de nuit, sa vitesse propre sera de 120 kilomètres au minimum.

Si la ligne n'est pas organisée pour les vols de nuit, sa vitesse propre approchera de 160 kilomètres.

Dans tous les cas il emportera une quantité de combustible suffisante pour parcourir 400 kilomètres sans escale par vent debout de 60 kilomètres.

*
* *

Et maintenant, quelles seront les conditions d'existence du personnel installé à demeure dans les stations du Sahara ?

Nul doute qu'il ne connaisse la plus parfaite quiétude. Les rares caravanes qui seraient tentées de suivre encore la piste Akabli—Tombouctou étant placées sous l'entière dépendance des avions qui desserviront cette ligne, aucun dommage de leur part n'est à redouter.

En ce qui concerne les logements, les partisans du chemin de fer transsaharien nous fourniront aisément la réponse. Considérons que si aucun village n'existe dans le désert c'est moins à cause de la rigueur du climat que par suite du manque complet de ressources et de moyens de communication. La vie n'est pas impossible pour des Euro-

péens dans des bâtiments convenablement construits et aménagés, comme il en existe sous la même latitude. Il est infiniment plus facile de monter quelques baraquements ou de creuser des demeures souterraines auprès d'un puits, que d'établir une voie ferrée de 1.200 kilomètres dans le Pays de la Soif. Et tandis que les caravanes, marchant des semaines entières sans rencontrer de lieux habités, sont obligées d'emporter elles-mêmes leurs propres moyens de subsistance, les stations jalonnant les lignes aériennes seront ravitaillées chaque jour par la voie des airs.

Le climat chaud et sec du Sahara n'est d'ailleurs pas malsain. Seul le « cafard » y règne en maître; il sera détruit par la facilité des déplacements et la rapidité des liaisons.

Mais dans les régions insalubres et marécageuses de l'Afrique Occidentale où la luxuriante végétation des forêts tropicales entretient une chaleur humide et lourde, chargée de miasmes et fort déprimante, la « relève » du personnel aura lieu fréquemment; l'aéronautique offrira ce double avantage : d'imposer à son personnel navigant une cure d'air pur dans les hautes régions de l'atmosphère et de soustraire les employés des aéro-gares à un séjour trop prolongé dans des contrées où la fièvre et bien d'autres maladies coloniales causent tant de ravages parmi les Européens.

Et c'est en modifiant, en améliorant les conditions matérielles et morales de la vie en ces lointains pays que l'aviation affirmera une fois de plus et sans conteste son rôle bienfaisant de civilisation et de progrès.

Prix de revient d'une ligne aérienne coloniale.

Ainsi, il est pratiquement possible de relier entre elles nos colonies de l'Afrique Septentrionale et Occidentale par un service aérien permanent dont le rendement dépendra surtout de l'importance des transports qu'il sera capable d'assurer.

Mais si la réussite de l'entreprise repose en grande partie sur la valeur même du matériel aérien, elle est aussi fonction de la richesse économique du pays à exploiter et il y a lieu de se demander si les frais considérables qu'elle entraîne seront remboursés par des bénéfices réellement intéressants : si, en un mot, le résultat récompensant l'effort, les recettes couvriront les dépenses.

Pour résoudre cette question, il est nécessaire :

1° De connaître le prix de revient de la ligne aérienne qui nous intéresse;

2° D'évaluer le nombre de voyageurs, la quantité, la valeur des marchandises de toute nature susceptibles d'être transportés (1).

Problème difficile à résoudre *a priori* dans les circons-

(1) IMPORTANCE AU POINT DE VUE ÉCONOMIQUE DE NOS COLONIES D'AFRIQUE

Algérie. — L'Algérie comprend trois départements : Oran, Alger et Constantine, dont la superficie est de 478.970 kilomètres carrés, non compris les oasis du Sud occupées en 1900 (la superficie de la France est de 530.000 kilomètres carrés).

La plus grande longueur parallèlement à la côte est de 1.050 kilomètres ; des avions ou hydravions assurant le service de liaison des divers grands ports de la colonie à la vitesse commerciale de 120 kilomètres à l'heure couvriraient donc normalement le parcours en 9 heures.

En 1896, la population était de 4.430.000 habitants dont plus de 500.000 Européens ; comme elle s'accroît de plus de 250.000 habitants par an (tandis que celle de la France ne croît que de 175.000), elle devait être avant la guerre de 10 millions d'habitants.

Le territoire colonisé ne représente que le huitième de la surface totale.

Le tableau suivant indique les diverses productions du pays :

Vignes	138.497 hectares.
Forêts	3.025.234 —
<i>Mines :</i>	
Fer	473.569 tonnes.
Zinc	29.774 —
Plomb	120 —
Antimoine	138 —
Phosphates de chaux	269.500 —

Le commerce et l'industrie ont réalisé les progrès suivants :

Commerce en 1879	395 millions.
— 1888	413 —
— 1898	588 —

La progression continue dans les mêmes proportions.

L'augmentation de la rapidité des communications ne peut donc que favoriser l'extension de la vie économique de ces régions si riches et si mal exploitées.

tances actuelles, en présence de la diversité et des variations continuelles des facteurs à considérer : hausse du fret qui rend hasardeuse toute appréciation sur le prix de revient du matériel d'aéronautique à envoyer dans ces pays lointains, incertitude sur l'état de sécurité des régions à survoler à cause des soulèvements qui ont éclaté depuis la guerre à l'instigation de l'Allemagne, répercussion des événements actuels dans les colonies sur toutes questions relatives à la main-d'œuvre, aux transports, achats de terrains, limitation de frontières, etc.

Tunisie. — Le développement des côtes de Tunisie atteint 930 kilomètres pour une superficie de 130.000 kilomètres carrés ; sans limite au sud.

Population en 1896.	1.600.000 habitants.
Propriétés cultivées.	528.747 hectares en 1897.
Céréales (blé, orge, avoine).	736.079 hectares.
Vignobles	210.000 hectolitres.
Oliviers	110.000 hectol. d'huile en 1889.
Palmiers.	1.350.000
Bétail	1.876.883 (mont. et chameaux).
Forêts.	500.000 hectares.

Mines :

Phosphates de chaux, zinc, plomb, fer, sel gemme	34.475 tonnes en 1898.
Commerce : importation	54 millions.
— exportation	44 —

Les régions du Sud sont constituées par le bled inculte et par de riches oasis dont le développement plus ou moins rapide dépend uniquement des moyens de communication.

Le commerce de la Tunisie a plus que décuplé en 30 ans. C'est un pays d'avenir.

Afrique Occidentale. — Le tableau suivant indique les renseignements les plus intéressants sur cette région au point de vue économique :

	SUPERFICIE	POPULATION en 1900	PROGRESSION du commerce	PRODUITS d'exportation
Sénégal	1.300.000	4.532.352	de 41 millions à 73 millions	Gommes, caoutchouc, or, etc.
Guinée	258.350	1.500.000	de 7 millions à 25 millions	Caoutchouc, kola, café, canne à sucre, etc.
Côte d'Ivoire. . . .	310.000	2.400.000	de 7 millions à 12 millions	Caoutchouc, acajou, co- ton, poudre d'or, cacao, indigo, vanille.
Dahomey	152.000	1.100.000	de 14 millions à 25 millions	Huiles, amandes, etc.

Aussi les évaluations les plus consciencieuses ne peuvent-elles être que fort approximatives.

Nous estimons toutefois que les lignes aériennes coloniales seront moins coûteuses à établir et à exploiter que celles de la métropole.

En Afrique, par exemple, où il n'y aura pour ainsi dire pas d'expropriations de terrains à faire, où la main-d'œuvre indigène est d'un incroyable bon marché ⁽¹⁾, où enfin les stations seront moins importantes ⁽²⁾ et surtout moins nombreuses, le prix de revient des transports aériens se trouvera certainement réduit de moitié.

Or, pour une ligne de 500 kilomètres comprenant deux aéro-gares principales et une aéro-gare secondaire, c'est-à-dire d'une densité relativement élevée en personnel et en matériel, nous avons trouvé que le prix du voyage, en

Le tableau suivant indique les diverses productions du pays :

Produits agricoles :

Blé, seigle, orge, avoine.	17.520.372 quintaux en 1898.
Tabac.	26.300 quintaux.
Vigne.	4.648.007 hectolitres en 1899

Forêts :

Chênes-lièges, cèdres, oliviers, dattiers.	3.025.234 hectares.
--	---------------------

Mines :

Phosphates de chaux.	269.500 tonnes en 1898 (richesse illimitée).
Fer.	473.569 tonnes.
Zinc, plomb, antimoine.	30.032 tonnes.

Le commerce, qui croît régulièrement, était de 588 millions en 1898 (plus des trois quarts de la France).

(1) L'indigène se paie de 25 à 30 centimes par jour au Touat. Or, comme nous l'avons vu en établissant le prix de revient d'une ligne aérienne en France, c'est surtout l'entretien du personnel qui grèvera le budget des futures compagnies de transports aériens. Si le traitement des Européens est forcément plus élevé aux colonies que dans la métropole, par contre le nombre en sera sensiblement réduit ; sauf dans les emplois tout à fait spéciaux, ils seront remplacés par les indigènes dans des proportions chaque jour grandissantes et qui, au total, abaisseront notablement les frais de l'entreprise.

(2) La plupart des stations intermédiaires de ravitaillement seront occupées par des indigènes dirigés par un ou deux Européens.

C'est ainsi qu'entre Akabli et Tombouctou par exemple — soit sur 1.200 kilomètres — une vingtaine d'employés seulement pourront assurer le service.

Quelques cabutes suffiront aussi bien pour abriter le personnel que pour garer le matériel.

France, serait au maximum de 2.900 francs, soit de 5'80 au kilomètre (1) pour un avion faisant du 170 et emportant une charge utile de 1.400 kilos. Il sera donc de 2'90 en Afrique, soit 3 francs en chiffres ronds.

Dans ces conditions, les frais du voyage Marseille—Oran—Cotonou, 5.215 kilomètres, s'élèveraient à 15.645 francs, ce qui met le prix de revient de la traversée à 780 francs par voyageur, pour un aérobus faisant du 160 et transportant 20 passagers, et à 312 francs par voyageur pour un aérobus faisant du 120 et transportant 50 passagers (2).

En supposant que les compagnies de transports aériens établissent leurs tarifs d'après un bénéfice de 100 % sur chaque traversée et en comptant toujours sur le « plein » de voyageurs, nous obtiendrons les résultats suivants :

ITINÉRAIRE	DISTANCES en km.	DURÉES DE PARCOURS			PRIX DU PARCOURS		
		Bateau	Avion		Bateau	Avion	
			Type 120	Type 160		120 km.	160 km.
Marseille	5.215	18 jours	52 h 20'	41 h 35'	1 ^{re} cl. 1.700 ^f	624 ^f	1.560 ^f
Cotonou					3 ^e cl. 700 ^f		

Ainsi l'aéronef bat le navire dans de notables proportions et comme durée de parcours et comme prix de transit.

Ces différences, qui diminuent dans le trajet Marseille—Dakar, s'accroissent considérablement dans les voyages au centre de l'Afrique vers Tombouctou et le Tchad qui nécessitent l'emploi de divers modes de locomotion.

(1) Soit 4'14 la tonne kilométrique. Ce prix, qui est relativement élevé pour le transport des marchandises, est ramené à 3'60 avec l'avion « type 160 » et à 75 centimes avec le « type 120 ».

(2) Nous supposons — ce qui est à peu près exact — que le prix de revient des voyages aériens est le même pour les trois types d'aérobuses considérés.

Dans ces conditions, il semble que les compagnies de navigation aérienne n'aient plus à redouter que l'affluence des voyageurs...

Il est évident que les militaires, colons et fonctionnaires de tout ordre qui se rendent dans les nombreuses colonies de l'Afrique du Sud et qui en reviennent après de longues et pénibles traversées terrestres ou maritimes préféreront prendre passage à bord des aéronefs, incomparablement plus rapides et agréables que tout autre engin de transport.

Et, de toutes parts, les touristes ne manqueront pas d'accourir pour explorer, pour contempler du haut des airs les massifs montagneux et les plateaux fertiles de l'exubérante Algérie, les îlots verdoyants des fraîches oasis closes aux rayons ardents du soleil africain, les solitudes farouches du Pays de la Soif dans la calme splendeur des nuits équatoriales, le luxuriant épanouissement des forêts tropicales sous le règne triomphant de la lumière et de la chaleur...

CHAPITRE VI

AÉRONAUTIQUE MARITIME

Étude des itinéraires. — Avions et hydravions. — Choix d'un appareil volant approprié. — Organisation du parcours. — Comparaison entre les lignes aériennes terrestres et maritimes.

Il existe une autre voie aérienne permettant de relier entre elles nos colonies de l'Afrique Septentrionale et Occidentale : des aéronefs sont capables d'assurer un service de transports rapides et réguliers *en longeant les côtes de la Méditerranée et de l'Atlantique.*

Si nous considérons que les deux points extrêmes de cette aéro-ligne maritime : Zarzis—Cotonou, sont à 9.000 kilomètres l'un de l'autre et que sur cette longueur 4.250 kilomètres seulement appartiennent à des nations étrangères, nous nous rendrons compte que nous sommes dans une situation privilégiée pour réussir dans une pareille entreprise, les puissances européennes devant survoler ou longer nos territoires, pour communiquer avec leurs propres colonies.

A nous de comprendre l'importance d'une pareille question et de ne pas nous laisser devancer une fois encore dans la voie du progrès après en avoir posé les premiers jalons.

COLONIES	DÉVELOPPEMENT des côtes	PRINCIPAUX PORTS
Tunisie (F).	930 km.	Zarzis, Gabès, Sfax, Sousse, Tunis, Bizerte.
Algérie (F).	1.160 —	Bône, Philippeville, Bougie, Alger, Oran.
Maroc	1.500 —	Tanger, Rabat, Casablanca, Mogador, Agadir, Ifni.
Rio de Ouro (Espagne).	1.400 —	Tarfaia, Villa-Cisneros, Port-Étienne.
Sénégal (France).	1.100 —	Marsa, Tivourvourt, Saint-Louis, Dakar.
Gambie (A).	90 —	Bathurst.
Guinée portugaise	300 —	Cacheco, Bissao, Boulam.
Guinée française.	330 —	Boffa, Conakry, Benty.
Sierra-Leone (A).	360 —	Freetown, Soulima.
République de Libéria	540 —	Monrovia, Grand-Bassa, Greenville, Harper.
Côte d'Ivoire (F).	600 —	Bereby, Grand-Lahou, Jackville, Grand-Bassam, Assinie.
Gold Coast (A).	600 —	Axim, Cape-Coast-Castle, Accra, Quitta, Lomé.
Dahomey	90 —	Grand-Popo, Cotonou.

Enfin on peut utiliser dès maintenant l'aviation pour établir des communications directes *au-dessus de la mer* entre la France et le continent africain. On gagnera ainsi un temps précieux, et l'étude de cette question nous permettra de comparer sur de longs parcours le rendement des divers modes de transport actuellement employés.

Choix des itinéraires. — Pour la création des services aériens permanents entre la France et l'Afrique, on a le choix entre six itinéraires principaux :

1° Bordeaux—les côtes occidentales d'Espagne et du Portugal—le Maroc : 1.800 kilomètres ;

2° Bordeaux—Madrid—le Maroc : 1.100 kilomètres ;

3° Port-Vendres—les côtes orientales d'Espagne—le Maroc ou Oran : 1.000 kilomètres ;

4° Port-Vendres—les îles Baléares—Alger : 830 kilomètres ;

5° Nice—la Corse—la Sardaigne—Bizerte : 805 kilomètres ;



Aéro-port et terrain d'atterrissage.



Les côtes offrent de précieux avantages pour la navigation aérienne : itinéraires parfaitement jalonnés, orientation facile et précise, faculté d'atterrir ou d'amerrir suivant l'état du sol ou de la mer, secours directs par bateaux, etc.



6° Nice—Rome—Naples—la Sicile—Tunis : 1.700 kilomètres.

Écartons d'abord le premier et le dernier de ces parcours comme trop excentriques et recherchons les conditions à remplir par celui qui aura notre préférence.

Parmi les considérations dont il faut tenir compte : durée du parcours aussi réduite que possible, avantages et inconvénients des escales en pays étrangers, importance variable, au point de vue du trafic, des localités à desservir et détours qui peuvent en résulter, etc., celle qui primera toutes les autres dans une ligne commerciale sera toujours la *sécurité*. Or, l'ammerrissage forcé et même volontaire présente de tels inconvénients, — comme nous le verrons par la suite, — qu'il semble prudent de réduire le plus possible la durée des vols au-dessus de la pleine mer ; *on longera donc les côtes* qui offriront en toutes circonstances un abri sûr et proche et des secours rapides.

Si maintenant, pour utiliser une ligne exclusivement nationale, ou comportant tout au moins un nombre aussi réduit que possible d'escales à l'étranger, nous éliminons les trajets par l'Espagne, il ne nous reste plus le choix qu'entre les deux parcours Port-Vendres—Alger, ou Nice—Bizerte.

Le premier a 25 kilomètres de plus que le second, mais il présente l'avantage d'avoir Alger comme tête de ligne, c'est-à-dire le port central de l'Afrique du Nord. Examinons maintenant le tableau suivant :

	DISTANCES			DISTANCES	
	le long des côtes	en pleine mer		le long des côtes	en pleine mer
Port-Vendres à la frontière espagnole.	10		Nice—Calvi		175
Frontière espagnole à San- Felice	70		Côtes occidentales de la Corse.	130	
San-Felice à Majorque. . .		210	Corse—Asinara		60
Traversée de Majorque . .	60		Côtes occidentales de Sar- daigne	380	
Majorque à Cabrera		30	Sardaigne à Bizerte		190
Cabrera à Alger.		380			
TOTAL	140	690		380	425
	830			805	

Ainsi sur des distances totales presque équivalentes, le parcours Port-Vendres—Alger présente sur celui de Nice—Bizerte un excédent de 265 kilomètres au-dessus de la pleine mer, ce qui correspond à une durée de vol d'environ 3 heures pour un avion faisant normalement du 150 et par conséquent du 90 par vent contraire de 60 kilomètres.

Il y a donc tout avantage à adopter le parcours Nice—Bizerte ; mais hâtons-nous de dire que ce choix n'a rien d'exclusif. Bien d'autres considérations, et d'une réelle valeur, peuvent intervenir en faveur de l'adoption d'un autre itinéraire ; la ligne Bordeaux—Madrid, par exemple, a l'avantage de supprimer tout vol au-dessus de la mer (1).

Elle présente bien l'inconvénient d'être internationale et d'entraîner par conséquent les complications inhérentes aux voyages en pays étrangers, mais dans l'état actuel de la construction aéronautique on ne comptera pas franchir la Méditerranée sans escale avec des aéronefs commerciaux.

(1) La traversée du détroit de Gibraltar ne peut être considérée comme un parcours maritime. La longueur étant de 18 kilomètres environ, un avion montant à 1.500 mètres et planant au 1/6 (six fois sa hauteur) atterrira toujours sur l'une ou l'autre rive en cas d'arrêt brusque et complet des moteurs.

Choix des appareils. — Ainsi le trajet que nous envisageons pourra être accompli partie en longeant les côtes, partie au-dessus de la pleine mer. Le plus long de ces derniers parcours est celui de la Sardaigne à Bizerte : 190 kilomètres, soit 2^h 6' de vol par vent contraire de 60 kilomètres (1). Or, pour effectuer cette traversée, nous disposerons d'avions et d'hydravions.

Si ces derniers avaient sur leurs confrères terrestres l'avantage d'ammerrir et de se mouvoir sur l'onde en toute sécurité, nous n'hésiterions pas à leur donner la préférence. Malheureusement, leur maniement est encore délicat ; outre qu'ils ne « tiennent pas suffisamment la mer », la prise de contact avec une eau agitée leur est souvent néfaste. Il en est ainsi des avions à trop grande vitesse d'atterrissage sur des terrains cahoteux : capotage, casse, emboutissage, etc., et plus d'un accident est encore à déplorer de ce fait. Mais c'est surtout à l'envol, pour le « décollage », que l'hydravion a besoin d'un temps favorable.

Quand il accélère son allure, les vagues lui impriment un mouvement d'oscillation qui se transforme rapidement en chocs brutaux des plus dangereux ; et pour peu que le vent s'oppose à son envol le pilote sera sage de ne pas insister...

Aussi pour naviguer et repartir dans de bonnes conditions les hydravions longeront-ils autant que possible les côtes auprès desquelles ils trouveront des surfaces suffisamment plates pour se poser « comme sur un miroir » et repartir sans danger. Il n'est pas douteux d'ailleurs, en présence des rapides progrès accomplis par l'aviation maritime en ces derniers temps, qu'ils arriveront bientôt à évoluer plus sûrement et que par conséquent *leur emploi sera tout indiqué pour les traversées submarines*. Mais en attendant la réalisation de types parfaitement au point, on songera encore à employer des avions polymoteurs remplissant obli-

(1) A 150 kilomètres à l'heure.

gatoirement la condition de sécurité que nous avons énoncée plus haut et munis de flotteurs formant canots ; comme d'ailleurs on aura la précaution de ne pas laisser voyager un aéronef isolé, son compagnon de route signalera tout incident par T. S. F. aux bateaux ou aux ports les plus voisins.

En tout cas, *les compagnies de transports aériens maritimes devront posséder des bateaux rapides pour porter secours aux appareils en panne.*

Enfin, comme par suite de sa faible élévation et de ses dimensions réduites un aéronef échoué à la surface de l'eau est peu visible en mer, on le munira de ballonnets captifs gonflables au moyen de gaz condensés dans des tubes, ainsi que de fusées fumigènes et lumineuses qui signaleront au loin sa présence de jour comme de nuit.

Ainsi l'avion et l'hydravion seront simultanément employés.

Toutefois nous envisageons dès maintenant l'adoption de *machines volantes à la fois terrestres et maritimes* munies de flotteurs et de roues élastiques, pouvant amerrir ou atterrir suivant les nécessités du moment : direction et force du vent, mer calme ou agitée, terrain d'atterrissage propice et proche, etc., et continuer ensuite à se déplacer sous l'action de leurs hélices.

Et nous entrevoyons déjà des sous-marins ailés capables de naviguer en profondeur pendant la tempête, de flotter à la surface pour se reposer au rythme berceur de la houle, de voler dans les airs pour aller vite, de rouler sur le sol jusqu'au seuil même de nos demeures ; machines hermétiquement closes en forme de fuseau, avec des roues porteuses, des ailes ou des nageoires sustentatrices, et mues par des groupes propulseurs parfaitement souples, silencieux et sûrs.

Organisation du parcours. — Il s'agit de jalonner la côte d'aéro-ports en utilisant autant que possible les

centres maritimes existant déjà, les plus longs parcours sans escale ne dépassant pas 400 kilomètres (1).

Nous établirons ainsi le tableau suivant :

Durées de parcours maximum et minimum.

LOCALITÉS	NATIONALITÉS	DISTANCES	DURÉE de parcours à 150 km. à l'h.	VITESSE commerciale arrêt de 30'	VENT DEBOUT 60 km.	VENT ARRIVÉ 60 km.
Alger	Algérie (F.)	380	2 ^h 32'	3 ^h 02'	4 ^h 18'	1 ^h 49'
Oran	—	280	1 52	5 24	3 06	1 20
Melilla	Maroc (F.)	330	2 22	8 16	3 40	1 34
Tanger	—	320	2 08	10 54	3 33	1 31
Casablanca	—	350	2 20	13 44	3 58	1 40
Mogador	—	300	2 2	16 14	3 20	1 25
Ifni	—	380	2 32	19 16	4 13	1 49
Tarfaia	—	280	1 52	21 38	3 06	1 20
Kedda	Espagne	380	2 32	4 18	1 49	
Villa Cisneros	—	400	2 40	4 26	1 54	
Port-Étienne	—	390	2 36	4 20	1 51	
Nouakchott	France	240	1 36	33 02	2 40	1 09
Saint-Louis	—	280	1 20	34 52	2 18	57
Dakar	—	370	2 28	37 50	4 06	1 40
Cachéo	Portugal	330	2 22	40 42	3 40	1 34
Victoria	France	230	1 32	42 44	2 33	1 46
Comakry	—	380	2 32	45 46	4 18	1 49
Sonlima	Angleterre	360	2 24	48 40	4 2	1 43
Greenville	Espagne	200	1 20	50 30	2 13	57
Tabou	France	400	2 40	53 40	4 26	1 54
Grand-Bassam	—	400	2 40	56 50	4 26	1 54
Accra	Angleterre	320	2 08	58 58	3 33	1 31
Cotonou	France					

(1) Considérations analogues à celles du trajet transsaharien Akabli—Tombouctou (Chap. V). Toutefois, quand on emploiera des aéronefs transatlantiques (Chap. VII) effectuant la traversée Dakar—Cayenne, la longueur des étapes sans escale pourra être considérablement augmentée.

Comme pour la ligne transaharienne nous diviserons les centres d'ammerrissage en trois catégories, suivant leur importance :

- 1° Aéro-ports principaux ;
- 2° Aéro-ports secondaires ;
- 3° Stations de ravitaillement et de garage.

Les aéro-ports principaux seront dotés d'ateliers capables d'opérer les revisions et réparations de tout le matériel aéronautique ; ils auront un dépôt de machines volantes de réserve en nombre suffisant pour assurer la régularité du service.

Les aéro-ports secondaires suffiront à la réparation courante et disposeront aussi de magasins.

Les stations constitueront de simples postes de ravitaillement installés sur les trop longs parcours. En cas de vent favorable elles pourront être « brûlées », ce qui permettra souvent de gagner un temps précieux en cours de voyage (1).

Tous les ports seront reliés entre eux par T. S. F., télégraphe ou téléphone, et *la plupart dotés de canots automobiles rapides*, pouvant se porter au secours d'appareils en panne sur mer ou sur la côte à proximité du rivage. *Ces canots eux-mêmes seront munis d'un poste de T. S. F.*

(1) Comme nous l'avons vu dans l'étude des courants aériens, les variations de vitesse que subit un avion par l'effet des vents seront cause d'une grande irrégularité dans le fonctionnement des services permanents. Puisqu'il est impossible de supprimer les retards, il faut, par contre, tirer parti des avantages que présente un vent favorable : ils se traduisent par des « gains sur le temps » qui peuvent atteindre des proportions très intéressantes sur de longs parcours.

Quatre villes A B C D séparées chacune par une distance de 400 kilomètres peuvent être desservies dans les conditions suivantes par un avion faisant du 150 (Cas extrêmes du plus fort vent contraire ou favorable).

	A 300 km.	B Arrêt.	300 km.	C Arrêt.	300 km.	D	Durée totale du parcours.
Vitesse normale sans vent.	2 ^h	40'	2 ^h	40'	2 ^h		7 ^h 20'
Vent contraire de 60 km.	3 20'	40	3 20	40	3 20'		11 20
Vent arrière de 60 km.	1 25	40	1 25	40	1 25		4 55

Ainsi le plus grand écart de vitesse représente une différence de :
11^h 20' — 4^h 55' soit 6^h 25' (près de 1.000 km à la vitesse normale).

leur permettant de communiquer avec les avions et de rester en relation constante avec leurs ports d'attache.

Ainsi les services de transports aériens fonctionneront dans des conditions de confort, de sécurité et de rapidité inconnues jusqu'à ce jour.

**Comparaison entre les parcours aériens transsaharien
et maritime.**

Dans le *choix du tracé* des aéro-lignes il est une considération qui doit primer toutes les autres, c'est la *sécurité*.

Et cette dernière ne dépend pas seulement de la qualité du matériel, du choix judicieux des terrains d'atterrissage, du jalonnement établi pour éviter que le pilote ne s'égare, mais aussi de l'*état de pacification des régions à survoler*, les indigènes pouvant au cours d'une révolte détruire les aérogares, en massacrer le personnel et empêcher ainsi tout ravitaillement des avions.

Or, dans ces pays dénudés, où les bois, les forêts, les abris naturels sont si rares, il est bien difficile aux rebelles de se défilier aux vues de l'observateur qui plane au-dessus de leur tête, alors qu'autrefois le moindre mouvement de terrain, la plus légère ondulation propice aux embuscades suffisait à abriter des milliers d'ennemis, fantassins ou cavaliers, sans qu'aucun indice puisse les déceler à la patrouille la plus vigilante.

L'histoire de la conquête de l'Algérie est fertile en pareils incidents.

Comme l'avion est un merveilleux engin de pénétration coloniale, il contribuera, mieux que tout autre moyen, à pacifier des contrées jusqu'ici insoumises. Dans ces vastes étendues où la nature et l'habitant nous sont hostiles, il assurera les communications lointaines et rapides, explorera en quelques heures d'immenses territoires et, signalant

tout rassemblement ennemi à des distances qui ne peuvent être franchies qu'en plusieurs journées de marche, évitera ainsi les embuscades et les surprises contre lesquelles il était impossible de se prémunir faute de moyens suffisants de reconnaissances éloignées.

C'est ainsi que les compagnies de transports aériens aideront dans sa tâche l'aviation militaire en assurant elles-mêmes la surveillance des secteurs survolés, la relève et le transport rapide des troupes en un point menacé : les marchandises sont aisément remplacées par des bombes, des mitrailleuses et des munitions...

Aussi, bien que les aéro-lignes commerciales ne puissent normalement fonctionner que dans des contrées suffisamment pacifiées, *les aéro-gares seront parfois aménagées comme de véritables fortins.*

C'est du moins un avantage inappréciable de l'aéroplane que de ne pas nécessiter des voies de communication continues qu'il est facile de couper, et de pouvoir survoler des obstacles infranchissables pour tout autre moyen de transport.

Quant aux lignes maritimes, nous les considérerons à cet égard comme plus sûres. Depuis que les nations civilisées ont aboli la piraterie, tout au moins sur les mers, les peuplades pillardes ont été rejetées à l'intérieur des terres.

Dès lors, l'emploi de vaisseaux aériens longeant les côtes offrira de précieuses garanties pour le bon fonctionnement du service :

Itinéraires parfaitement jalonnés par la dentelure même du rivage ;

Orientation facile et précise ;

Faculté d'atterrir ou d'ammerrir suivant l'état du sol ou de la mer ;

Secours directs par bateaux, alors que sur terre, pour atteindre un but d'un accès difficile ou d'un emplacement incertain, on fera bien souvent d'inutiles détours.

Enfin, les lignes aériennes, doublant ou prolongeant les

lignes de bateaux, auront l'avantage d'*assurer les correspondances* avec ces dernières et de *parcourir des voies fréquentées*.

Ainsi, les produits de toute nature, drainés à l'intérieur des terres, seront transportés plus rapidement aux comptoirs établis sur les côtes — les régions les mieux exploitées sinon les plus fertiles, les centres industriels et les débouchés commerciaux les plus importants étant naturellement situés au bord de la mer, seule voie de communication avec le monde civilisé; et il en sera ainsi jusqu'au jour où l'avion, capable de rivaliser avec le bateau ou le chemin de fer comme capacité de transport, tout en offrant les avantages d'une rapidité notablement supérieure, détournera à son profit voyageurs et marchandises des grandes artères maritimes, opérant ainsi une révolution aussi profonde qu'inévitable dans le commerce mondial.

Enfin *les bases aériennes côtières seront relativement peu coûteuses à établir*, les bateaux transportant à pied d'œuvre le matériel nécessaire à tous les besoins de l'aéronautique, alors que pour les lignes terrestres il faudra surmonter les difficultés que comporte le convoyage de colis parfois lourds et encombrants à des milliers de kilomètres à l'intérieur de pays sauvages.

Ce rapide exposé montre qu'il est possible d'établir dès maintenant une aéro-ligne maritime desservant nos colonies d'Afrique ainsi que celles des puissances européennes qui ont des comptoirs sur l'Atlantique.

Pour établir les droits à payer dans les divers ports étrangers, un *code de législation aérienne* est à créer; la France devra veiller à ce que les exportations du Dahomey par exemple ne soient pas entravées par des tarifs prohibitifs. Le problème est complexe, et la Commission interministérielle de l'aéronautique civile, chargée de le résoudre d'accord avec les autres nations intéressées, en a entrepris l'étude.

D'ailleurs, nos colonies de l'Afrique du Nord étant mieux

pourvues de voies ferrées et de tous autres moyens de communication que celle de l'Afrique Occidentale, il nous est loisible de compléter l'aéro-ligne maritime par le trans-saharien.

Mais, tandis que pour assurer le bon rendement de ce dernier, les aéro-lignes partant de Tombouctou doivent s'étendre en éventail jusqu'à la côte pour desservir des régions de plus en plus productrices à mesure qu'on se rapproche de la mer, il suffirait au contraire, comme on l'a fait pour les voies ferrées, de créer des amorces de lignes aériennes partant de la côte et convergeant peu à peu vers cette ville; elles jalonnneraient, elles devanceraient même souvent les progrès de la pénétration pacifique et occasionneraient moins de dépenses pour un résultat immédiat et supérieur.

*
* *

Ainsi l'organisation d'un service permanent de transport par avions ne peut que servir la cause de la civilisation, tout en favorisant le développement du commerce et de l'industrie, dans des contrées dont la fertilité et les ressources de toute nature ont été reconnues par de nombreuses missions et dont le sol renferme des richesses minières incalculables.

La question est de savoir si nous ne nous laisserons pas devancer par d'autres puissances dans cette voie.

L'État ne voudra-t-il pas encourager par une aide morale et pécuniaire les futures compagnies de navigation aérienne qui entreprendront une œuvre difficile sans doute, mais glorieuse pour notre pays et pleine de promesses pour l'avenir.

Et quel débouché après la conclusion de la paix pour les centaines de mécaniciens et de pilotes sans emploi, qui rechercheront une situation à laquelle les désigneront à la fois leurs qualités professionnelles et les services rendus à la défense de notre pays.

Merveilleux pionniers de la civilisation, nul ne possédera plus qu'eux les qualités d'entrain, de courage et d'endurance capables d'affirmer la vitalité de notre race et d'élargir encore, après la grande guerre, le cadre de notre influence dans le monde.

CHAPITRE VII

LES AÉRO-LIGNES INTERNATIONALES DE L'AVENIR

Les grands projets de lignes internationales aériennes en Angleterre, dans les États scandinaves, aux États-Unis, en Italie, en Allemagne, en France; la voie des Indes; la Mittel-Europa; Paris—Tokio—Pékin; le Transafricain; la traversée de l'Atlantique.

Maintenant que nous avons étudié l'organisation de voyages aériens aux longs cours par-dessus les terres et les mers, nous possédons des données suffisamment précises sur le rendement du matériel aéronautique, pour apprécier comme il convient le grandiose projet conçu par le « Comité anglais de Transports civils aériens » et qui consiste à relier l'Angleterre aux Indes par la voie Gibraltar—Alexandrie—Bombay.

Une deuxième ligne, plus directe, suivrait le parcours : Londres—Tarnopol (Galicie)—Gouriev (à l'embouchure du fleuve Oural dans la mer Caspienne)—Delhi (Indes)—Calcutta.

Les vaisseaux aériens, fournissant du 190 kilomètres à l'heure et transportant une cinquantaine de passagers, ne voleraient que de jour.

Par suite de sa grande vitesse et de son rayon d'action très étendu, l'avion traversera en une seule étape des régions de climat très divers; comme il rencontrera des courants aériens de directions différentes dont les actions contraires se neutralisent, on peut admettre que son allure moyenne de voyage sera sensiblement égale à sa vitesse propre.

On obtiendra donc les résultats suivants :

PREMIER ITINÉRAIRE			DEUXIÈME ITINÉRAIRE		
Ecales	Distances	Durées de parcours	Ecales	Distances	Durées de parcours
Londres			Londres		
Gibraltar	1.750	9 ^h 13'	Tarnopol	1.850	9 ^h 44'
Malte	1.800	9 28	Gouriev	1.900	10 "
Alexandrie	1.550	8 9	Boukhara	1.300	6 50
Bassora	1.700	8 57	Lahore	1.250	6 34
Djask	1.200	6 18	Calcutta	1.700	8 57
Bombay	1.850	9 44			
	9.850	51 ^h 49' so 6 jours		8.000	42 ^h 05' so 5 jours

On se rendra ainsi en moins de 6 jours de Londres à Bombay ou à Calcutta alors que les bateaux mettent :

De Londres à Bombay : 15 jours.

De Londres à Calcutta par Brindisi : 32 jours.

(Une voie ferrée reliant Bombay à Calcutta met cette dernière ville à 18 jours de Londres.)

Et quand on aura organisé les lignes pour les vols de nuit, les durées du parcours seront encore réduites dans de notables proportions.

PREMIER ITINÉRAIRE			DEUXIÈME ITINÉRAIRE		
Escales	Distances	Durées de parcours (1 heure d'arrêt à chaque escale)	Escales	Distances	Durées de parcours (1 heure d'arrêt à chaque escale)
Londres			Londres		
Gibraltar	1.750	10 ^h 13'	Tarnopol	1.850	10 ^h 44'
Malte	1.800	20 41	Gouriev	1.900	21 44
Alexandrie	1.550	29 50	Boukhara	1.300	29 34
Bassora	1.700	39 47	Lahore	1.250	37 8
Djask	1.200	47 5	Calcutta	1.700	46 5
Bombay	1.850	56 49			
	9.850	Soit 2 jours et 8 ^h 49'		8.000	Soit 2 jours et 6 ^h 5'

*
* *

En présence des entraves de toutes sortes apportées par la guerre aux transports terrestres et maritimes, les *États scandinaves* ont songé à établir des liaisons aériennes entre les grandes villes et les ports principaux de leurs territoires.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur la carte pour se rendre compte des immenses services que peut rendre l'aéronautique dans des pays où le développement des côtes est considérable, les moyens intérieurs de communication assez rares et peu rapides — principalement en Norvège, où la rigueur du climat et la configuration d'un sol très accidenté opposent de sérieux obstacles aux voies ordinaires de pénétration.

Aussi la création d'un réseau international de services aériens permanents a-t-elle été entreprise entre le Danemark, la Suède, la Norvège, la Finlande et l'Angleterre.

Une ligne côtière atteignant à elle seule une longueur de 4.000 kilomètres entoure la péninsule scandinave, reliant Tromsø, Bodø, Trondhjem, Bergen, Kristiania et Stockholm :

1° A la Finlande par Abo et Helsingfors avec prolongement éventuel sur Petrograd ;

2° Au Danemark par Copenhague et Aarhus ;

3° A l'Allemagne par Hambourg ;

4° A l'Angleterre par Stavanger et Aberden au-dessus de la mer du Nord.

Une ligne directe unira Copenhague à Kristiania et à Trondhjem, assurant les communications aériennes entre la mer de Norvège et la Baltique.

Le tableau suivant fait ressortir les avantages de rapidité que présente la navigation aérienne sur les traversées maritimes dans les parages tourmentés des fiords, obstrués en hiver par les glaces, et les détroits du Skagerak et du Kattegat qui obligent les bateaux à faire de longs détours pour se rendre d'un port à un autre.

ITINÉRAIRES	TRAVERSÉE maritime	TRAVERSÉE aérienne
Tromsø—Bodø	1 jour 1/2	2 ^h 1/2
Bodø—Trondhjem	1 — 1/2	3
Trondhjem—Bergen	1 — 1/2	3
Bergen—Kristiania (Direct)	1 — 1/2	2
Stockholm—Petrograd	1 — 1/2	5 (par Abo)
Copenhague—Petrograd	3 jours	9 (par Stockholm)

*
* *

Les *États-Unis* sont entrés eux aussi dans le domaine des réalisations.

De nombreuses sociétés privées se sont formées et ont

entrepris, concurremment avec l'État lui-même, la création de lignes aériennes aux longs cours. •

Quatre grandes voies transcontinentales et trois côtières ont été prévues ; les premières relient entre elles les rives orientale et occidentale des États-Unis ; elles ont un développement moyen de 4.000 kilomètres, soit 16.000 kilomètres au total... ; les secondes longent les rivages de l'Atlantique et du Pacifique sur une longueur de 7.000 kilomètres...

Déjà sur certains parcours circulent des avions postaux qui assurent non seulement le transport du courrier, mais aussi celui des voyageurs.

Des berlines de voyage ont été construites en série pour les particuliers. Nous assisterons à un développement de l'industrie aéronautique encore plus rapide que celui de l'automobile.

Le jour est proche où le voyage Paris—New-York—San-Francisco, comportant la traversée de l'Atlantique et de l'Amérique du Nord, ne demandera pas 48 heures !



Les *Italiens* ont accompli en peu de temps des progrès considérables dans la science de l'aéronautique. Après avoir effectué des essais officiels de transport de courrier postal par avions entre Rome et Turin, en mai 1917, ils ont organisé dès le mois de juin suivant un service régulier Italie—Sardaigne par hydravions, entre Civita-Vecchia et Terranova. La distance de 210 kilomètres au-dessus de la mer est franchie en moins de 2 heures, et plus de 200 kilos de lettres sont ainsi journallement échangées à l'aller comme au retour.

Le 25 septembre 1917, un capitaine aviateur a transporté le courrier diplomatique d'Italie en Angleterre (près de 1.100 kilomètres) ; le départ ayant eu lieu de Turin le matin,



M. D'AUBIGNY

**Député, Président de la Commission interministérielle de l'Aéronautique civile,
Vice-Président de la Commission de l'Armée.**

la correspondance a été distribuée à Londres, le jour même, à 14 heures.

Poursuivant ses expériences, le Gouvernement italien entreprend, d'accord avec nous, la création d'un service régulier entre Paris, Nice, Gênes et Rome.

Enfin une ligne aérienne reliera prochainement l'Italie et la Sicile à la Tripolitaine. Le trajet Terranova (Sicile)—Triполи est jalonné par les îles Linosa et Lampedusa qui serviront de port de relâche pour les hydravions surpris ou gênés par le sirocco ⁽¹⁾ qui souffle assez fréquemment dans cette région de la Méditerranée.



L'Allemagne, de son côté, n'est pas restée indifférente aux progrès de l'aéronautique. Elle n'a pas tardé à comprendre les immenses avantages qu'elle retirerait d'une puissante flotte aérienne militaire et commerciale, et sa rivalité avec l'Angleterre va s'accroître encore dans le domaine des airs.

Après nous avoir montré ce dont elle était capable dans la navigation sous-marine, elle se prépare à faire un pareil effort pour la navigation aérienne.

Une « Société internationale des Communications aériennes » a entrepris de fonder un faisceau de lignes de grande envergure sur lesquelles se raccorderait tout un réseau de lignes secondaires.

Les capitales et les principales villes de l'Europe Centrale seraient ainsi reliées entre elles.

Trois grandes voies s'entre-croisant, constitueraient l'ossature de l'ensemble :

- 1° Hambourg, Berlin, Dresde, Prague, Vienne, Budapest, Belgrade, Sofia, Constantinople;
- 2° Metz, Francfort, Leipzig, Dresde, Breslau, Varsovie;

(1) Vent chaud et violent du sud-ouest.

3° Strasbourg, Stuttgart, Munich, Vienne, Budapest, Bucarest, Constantinople.

Les Allemands, toujours pratiques, ont prévu des escales assez rapprochées, entre 200 et 300 kilomètres, pour permettre l'utilisation de leurs avions de guerre. La charge en voyageurs ou marchandises sera aussi grande que possible, avec un poids de combustible relativement réduit et une vitesse plus que suffisante pour présenter un sérieux avantage sur les chemins de fer; n'oublions pas que des aéro-gares pour dirigeables, munies de phares puissants et parfaitement aménagées pour les vols de nuit, sont organisées depuis plusieurs années.

C'est ainsi que dès la cessation des hostilités les avions militaires « Gotha » seront adaptés aux transports commerciaux. Munis de deux moteurs Mercédès développant une puissance supérieure à 500 HP, ils atteignent une vitesse de 170 kilomètres à l'heure qu'ils peuvent soutenir pendant 3 heures. Ils enlèveront facilement 10 passagers. Ainsi le voyage Berlin—Constantinople par Budapest ne demandera pas 15 heures, et il sera bientôt facile de l'effectuer en une seule journée, du lever au coucher du soleil.

Un de leurs derniers types de « Riesenflugzeuge », à 4 moteurs de 240 HP chacun, offre une capacité de transport de 6 tonnes. Muni de réservoirs lui permettant d'effectuer 5 heures de vol sans escale, il est capable d'enlever une cinquantaine de passagers sur un parcours de 600 kilomètres à la vitesse de 120 kilomètres à l'heure. Son poids total, qui est de 14 tonnes, est supporté en l'air par une voilure de 400 m² et à terre par un train d'atterrissage de 18 roues ! N'est-ce pas là un véritable aérobus ?

Enfin les Allemands préparent une flotte « colossale » d'hydravions géants pour effectuer la traversée de l'Atlantique avec plusieurs centaines de passagers...

Ne traitons pas à la légère de pareils projets et songeons que la meilleure façon de dominer un adversaire

n'est pas de le mépriser mais de bien le connaître et... de travailler.

L'exemple de la « méprisable petite armée anglaise » en est un récent témoignage.



En présence d'un pareil développement de la navigation aérienne la *France* ne pouvait rester inactive. Bien qu'elle ait à souffrir de la guerre plus que les autres nations et que toutes ses forces soient tendues dans sa lutte contre l'envahisseur, elle n'a pas voulu se laisser devancer dans la voie du progrès qu'elle avait elle-même si largement ouverte, et le 15 juin 1917 une « Commission interministérielle de l'aéronautique civile » était constituée sous la présidence de M. d'Aubigny, député (1), pour assurer la plus grande extension de l'aéronautique française; une mission aussi étendue, confiée en pleine guerre à une personnalité dont la compétence maintes fois affirmée est un gage certain de réussite, montre l'importance toute particulière que le Gouvernement attachait à cette question.

Les membres de cette Commission, désignés par leurs connaissances spéciales dans les diverses branches de l'activité humaine : législation, constructions aéronautiques, affaires coloniales, postes, douanes, etc., se sont mis à l'œuvre, et déjà leurs efforts ont produit une œuvre féconde en résultats pratiques et pleine de promesses pour l'avenir.

Après avoir étudié les conditions de fonctionnement des services de transport par avions, ils ont décidé et entrepris aussitôt la création de l'aviation postale dans le but d'obtenir des résultats d'expérience permettant d'étendre les

(1) Président de la Sous-Commission de l'aéronautique et de la Sous-Commission des armements de la Commission de l'armée. M. P. E. Flandin, député, qui s'est spécialisé dans les questions relatives à l'aéronautique a été nommé secrétaire général de la C. I. A. C.

avantages du nouveau mode de locomotion aux besoins du commerce et de l'industrie.

C'est ainsi qu'ont pris naissance les lignes aériennes reliant Paris à Londres, à Rome, à Saint-Nazaire, à la Corse... Sur terre comme au-dessus de la mer des essais seront poursuivis avec méthode pour réaliser le développement progressif et rationnel de la navigation aérienne.

Puis, élargissant le cadre de ces études, on ne tardera pas à concevoir des projets de plus grande envergure : liaison de la France avec les diverses possessions de son vaste empire colonial africain, création d'une ligne directe de Paris à Tokio et à Pékin, reliant ainsi par la voie des airs — plus directe et plus rapide que toute autre — les pays civilisés de l'Occident et de l'Extrême-Orient.

Et une pareille entreprise n'est pas chimérique : sur d'aussi grandes étendues la véritable difficulté consiste à établir une ligne convenablement jalonnée et des centres de ravitaillement appropriés ; or, dans les régions désertiques de Russie et de Sibérie, il suffira de suivre le parcours du Transsibérien et d'installer le long de cette voie des aménagements convenables, en particulier pour les vols de nuit, ce qui sera d'une réalisation incontestablement plus facile que dans les déserts d'Afrique ou d'Arabie.

Avec un avion faisant seulement du 160 et emportant une provision de combustible suffisante pour effectuer 1.600 kilomètres de vol sans arrêt, on aura :

ESCALES	DISTANCES	DURÉES DE PARCOURS	
		Vois de jour	Vois de jour et de nuit (1 heure d'arrêt à chaque station)
Paris	1.450	9 ^h 3'	
Varsovie	1.150	7 11	10 ^h 3'
Moscou	1.200	7 30	18 14
Onfa	1.150	7 11	26 44
Omak	1.200	7 30	34 55
Krasnoïarsk	1.500	9 22	43 26
Tchita	1.250	7 48	53 47
Kharhine	1.550	9 41	62 35
Tokio-Yokosma			72 16
	10.450	65 ^h 16' Soit 6 jours 1/2	Soit 3 jours 16'

Enfin la ligne aérienne Paris—Tokio se raccordant au Transsibérien après avoir franchi le lac Baïkal, suivra la voie Ourga—Pékin qui traverse le désert de Gobi. Le trajet Paris—Pékin, 8.750 kilomètres, pourra donc être effectué en 2 jours 12 heures (vol de jour et de nuit) et 5 jours 4 heures (vol de jour seulement) :

ESCALES	DISTANCES	DURÉES DE PARCOURS	
		Vois de jour	Vois de jour et de nuit (1 heure d'escale à chaque station)
Paris	6.150	38 ^h 25'	
Krasnoïarsk	1.400	8 45	43 ^h 25'
Ourga	1.200	7 30	53 10
Pékin			60 40
	8.750	54 ^h 40' Soit 5 jours 4 ^h	Soit 2 jours 12 ^h

Si, maintenant, nous examinons le fameux problème de la traversée de l'Atlantique par la voie des airs, nous entrevoyons la possibilité de créer un vaste circuit exclusivement français (mais utilisant sur le territoire américain la ligne côtière orientale des États-Unis : Paris—Oran—Mogador—Dakar—Cayenne) avec retour par la Guadeloupe, New-York, les îles Saint-Pierre et Miquelon, Brest.

ESCALES	DISTANCES	DURÉE DE PARCOURS (VITESSE 160 KM.)		
		de chaque étape	Totalisation de jour et de nuit (1 h. d'arrêt à chaque escale)	Par bateau (sans escale, 25 nœuds à l'heure)
Paris	1.500 km.	9 ^h 22'		
Oran	1.200 —	7 30	10 ^h 22'	(33 ^e chemin de fer et bateau)
Mogador	2.500 —	15 38	18 52	1 jour
Dakar	4.000 —	25 "	35 30	2 — 1/2
Cayenne	2.000 —	13 30	61 30	4 —
Martinique (Port-de-France)	5.000 —	31 16	75 " (avec 1 escale)	2 —
New-York (par ligne amé- ricaine Key-West-Ban- gor)	1.500 —	9 22	108 16	5 —
Saint-Pierre	4.000 —	25 "	118 38	1 — 1/2
Brest	620 —	3 52	144 38	4 —
Paris			148 30	10 ^h (ch. de fer)
TOTAL	26.420 km.	138 ^h 30'	Soit : 6 jours 1/2	Soit : 22 jours

Il est actuellement possible — avec un type d'avion quadri-moteur 800 HP — d'effectuer par vent favorable la traversée de l'Atlantique en une journée.

La capacité de transport de cet aéronef sera d'environ 3 tonnes et demie à la vitesse de 140 kilomètres à l'heure.

Comme nous l'avons vu plus haut, il lui sera possible de franchir la distance Dakar—Natal, soit 3.000 kilomètres environ, en moins de 14 heures avec le secours des vents alizés (1). Or trois moteurs seulement assurent le vol de l'aéronef à pleine charge, et comme ils brûlent progressivement leur combustible en cours de route, deux d'entre eux suffiront à assurer la dernière partie du trajet.

Il est donc raisonnable de tabler sur une consommation *moyenne* de :

45 kilos de combustible par heure et par moteur, soit au total : $45 \times 3 \times 14 = 1.890$ kilos. Il restera donc :

$3.500 - 1.890 = 1.610$ kilos disponibles pour le pilote et les passagers.

D'autre part la différence de longitude entre les deux points extrêmes du parcours est d'environ 17° ; le soleil se couche donc à Natal $1^h 8'$ plus tard qu'à Dakar.

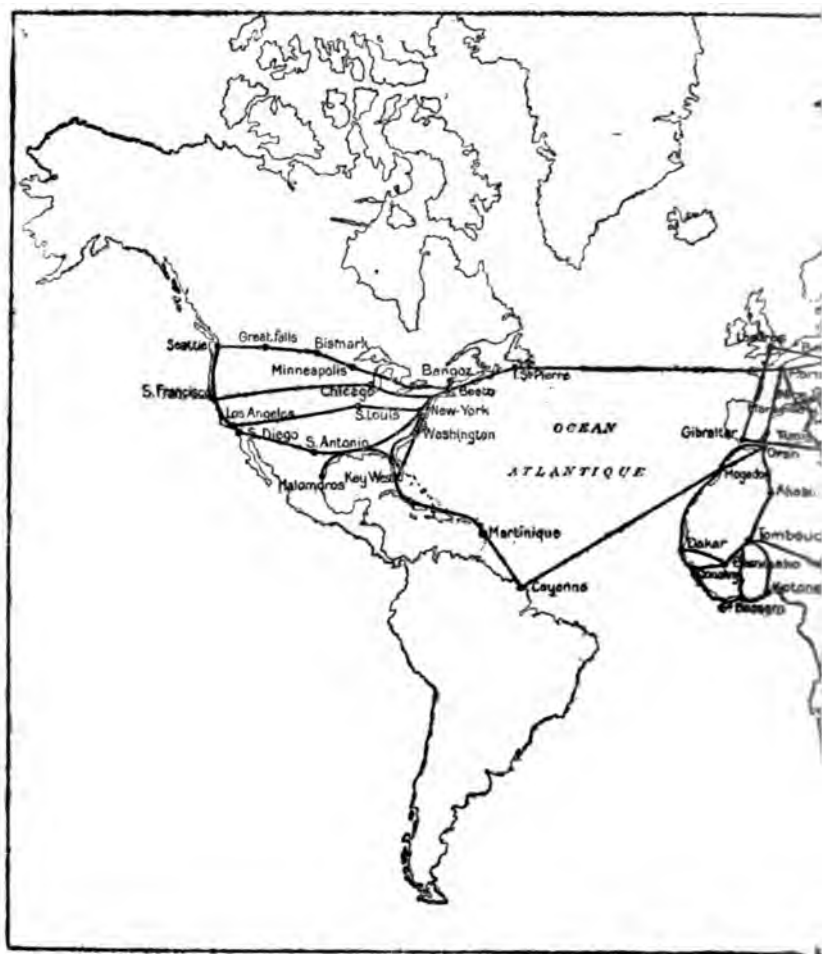
Si nous comptons que la durée moyenne du jour sur le parcours envisagé est d'environ $12^h 15'$ dans l'année et que l'aurore et le crépuscule allongent la clarté diurne d'une heure et demie, nous en concluons que notre avion partant de Dakar au lever du soleil disposera de :

$12^h 15' + 1^h 8' + 1^h 30'$, soit de $14^h 53'$, c'est-à-dire qu'il accomplira son voyage *pendant le jour*.

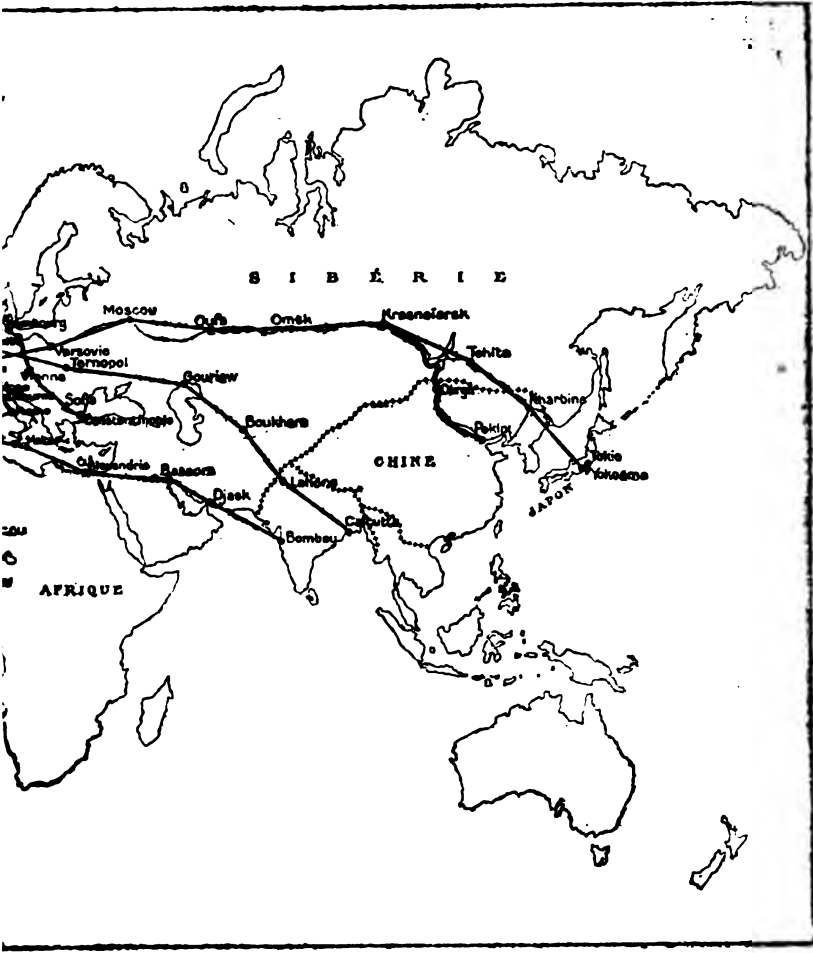
Le retour Natal—Dakar s'effectuerait en faisant escale à l'île Saint-Paul située à 1.000 et 2.000 kilomètres des côtes américaine et africaine. En volant à *basse altitude* à l'allure de 87 kilomètres à l'heure, c'est-à-dire contre les vents alizés dont la vitesse moyenne ne dépasse pas 53 kilomètres à l'heure, l'horaire serait le suivant :

(Voir page 170.)

(1) Voir chapitre II, les courants aériens (les vents alizés).



MONDIALE



ESCALES	DISTANCES	DURÉE DU PARCOURS à 87 km. à l'heure
Natal	1.000 km.	11 heures
Ile Saint-Paul	2.000 —	22 —
Dakar.		

Dans la deuxième partie du voyage la quantité de combustible indispensable, soit 2.970 kilos, ne laisserait en excédent que 530 kilos de charge utile.

Mais l'examen du premier tableau nous montre que la principale difficulté de notre voyage circulaire consiste dans la traversée de Saint-Pierre à Brest, représentant 4.000 kilomètres sans arrêt au-dessus de l'Océan.

Bien que le régime des courants aériens soit généralement favorable sur ce parcours, il n'en faudra pas moins prévoir le cas du vol par vent contraire, ce qui exigera une réserve considérable de combustible réduisant notablement le chargement commercial des aéronefs en service.

C'est ainsi qu'un avion faisant du 160 et propulsé par trois moteurs de 400 HP consommant chacun à régime normal 100 kilos d'essence et 10 kilos d'huile à l'heure, ne dépensera en moyenne que $80 \times 3 = 240$ kilos par heure, car il achèvera son vol sur deux moteurs. Dans ces conditions, en $\frac{4.000}{160} = 25$ heures, il devrait emporter : $25 \times 240 = 6.000$ kilos de combustible ;

Par vent contraire de 60 kilomètres et pour une durée de trajet de $\frac{4.000}{90} = 44$ heures, il aurait besoin de : $44 \times 240 = 10.560$ kilos de combustible.

Ce dernier chiffre nous apparaît comme prohibitif dans l'état actuel de la navigation aérienne.

Quant au parcours Irlande—Terre-Neuve, envisagé par les Anglais, il est encore bien long avec ses 3.200 kilomètres sans escale exigeant :

20 heures de vol sans arrêt à l'allure normale de 160 kilomètres,

et 35 heures par vent contraire de 60 kilomètres.

Enfin, dans tous les cas, *il est impossible d'effectuer la totalité du parcours en évitant les vols de nuit ou le stationnement en plein Océan avec tous ses risques.*

Il en est tout autrement si, au lieu de rechercher un trajet en ligne droite entre l'Europe et l'Amérique, nous envisageons l'organisation d'un parcours international avec escales dans des îles convenablement choisies.

C'est ainsi qu'une ligne Lisbonne—les Açores—Terre-Neuve paraît remplir les conditions demandées par le temps calme ou vent favorable.

Horaire de l'avion 1.600 HP (Vitesse 160 kilomètres).

ESCALES	DISTANCES	DURÉES DE PARCOURS ET CONSOMMATION					Consommation
		Sans vent	Consommation	Vent arrière de 60 km.	Consommation	Vent contraire de 60 km.	
Lisbonne . . .	1.600 ^{km}	10 ^h »	2.400 ^{kg}	7 ^h 16'	1.744 ^{kg}	16 ^h »	3.840 ^{kg}
Ile Saint-Miguel.	730	4 30'	1.080	3 16	784	7 12'	1.728
Ile Saint-Flores .	1.560	9 45	2.340	7 05	1.700	15 36	3.744
Terre-Neuve . .							
TOTAL . .	3.890 ^{km}	25 ^h 75' Avec 2 arrêts de 1 h. chacun	5.820 ^{kg}	19 ^h 37' Avec 2 arrêts de 1 h. chacun	4.232 ^{kg}	40 ^h 48' Avec 2 arrêts de 1 h. chacun	9.312 ^{kg}

TABEAU.

Horaire de l'avion 800 HP (Vitesse 140 kilomètres).

ESCALES	DISTANCES	DURÉES DE PARCOURS ET CONSOMMATION					Consommation
		Sans vent	Consommation	Vent arrière de 60 km.	Consommation	Vent contraire de 60 km.	
Lisbonne	1.600 ^{km}	11 ^h 25'	1.541 ^l 250	8 ^h "	1.080 ^l s	20 ^h "	2.700 ^l s
Ile Saint-Miguel .	720	5 08	693 "	3 36'	486	9 "	1.215
Ile Saint-Flores .	1.560	11 08	1.503 "	7 48	1.053	19 30'	2.682 500
Terre-Neuve. . .							
TOTAL. . .	3.880 ^{km}	29 ^h 41' Avec 2 arrêts de 4 h. chacun	3.737 ^l 250	21 ^h 24' Avec 2 arrêts de 4 h. chacun	2.619 ^l s	50 ^h 30' Avec 2 arrêts de 4 h. chacun	6.547 ^l 500

Ainsi la traversée de l'Atlantique par la voie des airs est parfaitement réalisable au moyen d'aéronefs actuellement construits. Nul doute que, dès la cessation des hostilités, elle ne soit aussitôt tentée par les diverses nations intéressées au développement intensif de leurs relations industrielles et commerciales avec le Nouveau Continent.

Et qu'on n'objecte pas que les tempêtes seront un obstacle infranchissable à l'essor de l'hydravion transatlantique. Alors que le navire, lié à l'onde qui le supporte, est forcé de subir l'assaut des éléments conjurés, la grande vitesse de l'aéronef lui permet de fuir ou de devancer les plus rapides ouragans. Et si, animé d'une allure propre de 200 kilomètres à l'heure, il doit lutter contre un coup de vent d'une exceptionnelle violence — 100 kilomètres par exemple — il aura tôt fait de franchir, à raison de 300 kilomètres (83 mètres à la seconde!), la zone dangereuse qui se déplace elle-même : *mobilis in mobile*.

D'ailleurs, pendant la courte durée de la traversée, la T. S. F. des postes terrestres ou des bateaux lui signalera à chaque instant et en tout lieu de son parcours les phénomènes atmosphériques capables d'entraver son vol.

Les constructeurs et les Compagnies de navigation aérienne chercheront tout d'abord à assurer le voyage dans les meilleures conditions de sécurité possibles ; *c'est donc du moteur que dépendra la réussite de l'entreprise*. Plus que dans tout autre cas, il y aura lieu d'employer des groupes moto-propulseurs à la fois nombreux, robustes et puissants, offrant un excédent de force ascensionnelle suffisant pour parer aux arrêts d'un ou de plusieurs d'entre eux.

Pratiquement, *l'aéronef 800 HP apparaît comme le type d'appareil possédant le minimum de qualités indispensables comme sécurité, vitesse et capacité de transport pour atteindre le but proposé* (1).

Ainsi, par sa situation géographique même et l'emplacement de ses colonies, la France a sur les autres nations de l'Europe l'avantage de pouvoir établir une liaison aérienne directe avec l'Afrique et les deux Amériques... C'est là un problème d'avenir et d'avenir prochain, qu'il importe d'étudier et de résoudre sans retard, sous peine de nous voir devancer dans la voie du progrès que l'aviation parcourt d'un vol rapide et sûr.

(1) Le problème ne tardera d'ailleurs pas à être solutionné d'une façon élégante par des aéronefs à surface variable dont la vitesse augmentera à mesure que diminuera le poids de combustible et qui réduiront ainsi dans de notables proportions les durées de parcours et les chances d'accident.

CHAPITRE VIII

RÈGLEMENTATION DE LA CIRCULATION AÉRIENNE

Le code national et international de législation aérienne. — Brevet de pilote. — Immatriculation des aéronefs. — Police aérienne. — Zones interdites. — Douanes et octrois. — Livrets de bord et individuel. — Protection des agglomérations et de la propriété privée. — La liberté de l'air. — Quelques mesures d'ordre général. — Conclusion.

La nécessité de créer un code national et international de législation aérienne est apparue dès le début de la conquête de l'air.

Alors que les véhicules de toutes sortes : voitures automobiles ou à traction animale, chemins de fer, bicyclettes, etc., sont astreints à suivre des voies déterminées, l'avion, insoucieux et libre de toute entrave, maître de l'espace indéfini dans lequel il peut évoluer sans contrainte, franchira d'un vol rapide les obstacles opposés jusqu'alors à l'incursion des autres engins de locomotion.

Et c'est ainsi que les États, comme les particuliers, auront à se défendre contre l'intrusion dans leurs propres domaines de ces visiteurs ailés et bourdonnants pour lesquels frontières et clôtures ne seront plus qu'un vain mot.

Les règlements établis pour la circulation des voitures automobiles et les transports maritimes serviront évidemment de base à l'élaboration d'un pareil travail.

L'expérience nous a démontré la nécessité d'imposer aux « chauffeurs » d'automobiles des examens théoriques et

pratiques pour la conduite des véhicules qui leur sont confiés et qui peuvent, en des mains inexpertes, constituer un véritable danger pour la sécurité publique. Que d'accidents n'éviterait-on pas si les permis de circulation étaient moins facilement délivrés.

Dans le domaine de l'aéronautique, la question a plus d'acuité encore : un navire aérien risquant de se perdre corps et biens par la seule faute d'un pilote imprudent ou maladroit, tout en constituant pour les tiers une menace sérieuse et permanente !

Comme, d'autre part, la rapidité toujours croissante des aéroplanes, élargissant le cercle des relations mondiales et réduisant chaque jour les distances, les amènera bientôt à parcourir le globe en tous sens, il paraît indispensable de créer un *brevet international pour la conduite des aéronefs*.

L'examen comportera des épreuves diverses sur de longs parcours et dans les conditions atmosphériques les plus variées. Il comprendra plusieurs degrés suivant qu'il sera décerné à des pilotes de monoplaces, véritables motocyclistes de l'air, ou à des conducteurs d'avions de tourisme, d'aérobuses et de paquebots aériens. Après avoir acquis une habileté suffisante, fruit d'une longue pratique et d'expériences de toute sorte, un breveté d'une certaine classe pourra gravir l'échelon supérieur ; et, de même qu'existe la race des vieux « loups de mer », ainsi nous verrons se constituer la phalange des « vétérans de l'air ».

Mais comme un bras sénile ne possède plus la vigueur suffisante pour lutter contre la tempête, comme dans la vieillesse les muscles et les nerfs n'ont plus la spontanéité du jeune âge, *il sera nécessaire de faire subir aux pilotes des examens périodiques*, pour constater l'état de leurs organes : cœur, vue, poumons, etc... *et retirer les permis de conduire à ceux qui ne pourraient continuer leur carrière.*

Une deuxième mesure d'ordre général s'impose également : *l'immatriculation de tous les aéronefs suivant un*

code international, chacun d'eux portant les couleurs de son pays d'une façon très apparente de jour comme de nuit.

Mais une difficulté se présente au premier examen de la question.

Pendant le jour, il n'est souvent pas facile à un « terrien », même armé de puissantes lunettes, de repérer les avions dans l'espace, surtout quand ils voyagent à grande hauteur, par temps de brume ou parmi des nuages ; mais, la nuit, l'impossibilité de les découvrir devient presque absolue : outre que les moteurs, munis de silencieux aussi efficaces que ceux des voitures automobiles, glisseront dans les airs d'une aile feutrée, les aéronefs, ayant toujours la faculté d'éteindre leurs lumières, apparaitront ou s'éclipseront à leur gré ; nul bruit, nulle clarté ne décèlera plus leur présence.

Bien des inconvénients résulteront d'une pareille faculté : reconnaissance d'ouvrages militaires, passage en fraude d'objets interdits, « vols à l'avion », etc.

Une mesure susceptible de donner d'excellents résultats si on l'appliquait intégralement dans tous les pays, consisterait à prescrire que *le système d'éclairage des signes distinctifs de chaque aéronef sera mis sous scellés*.

Ce procédé, qui peut surprendre au premier abord, est parfaitement réalisable au point de vue technique : il suffit d'enfermer dans une cage plombée le groupe constitué par une petite dynamo éclairant une ou plusieurs lanternes et entraînée par une hélice qu'actionnerait le courant d'air provoqué par la vitesse même de l'avion. C'est ainsi qu'on a « plombé » sur certaines voitures automobiles le régulateur d'admission pour empêcher les conducteurs de trop les pousser et de « griller » le moteur en le faisant tourner à un régime trop élevé. Cette mesure a donné satisfaction à tous égards : sécurité, régularité de marche, économie, etc. N'en est-il pas de même pour les compteurs à gaz ou d'électricité installés dans nos demeures ?

Tout arrêt dans la marche des appareils serait aussitôt signalé aux autorités compétentes, qui auront des représentants attitrés sur les divers points du territoire : postes de police aérienne, aéro-gares, aérodromes publics, postes frontières, etc., où seront déposées des pièces de rechange. D'ailleurs, pour parer aux inconvénients d'une panne intempestive, il sera facile de doubler l'installation du système d'éclairage ; sa puissance étant fort réduite, il n'en résultera aucune complication, ni comme encombrement, ni comme poids, ni comme prix. A chaque réquisition des contrôleurs, on sera tenu d'en laisser vérifier le bon fonctionnement, absolument comme un conducteur d'automobile doit présenter son permis de conduite ou son livret de voiture.

Cette obligation d'assurer constamment la visibilité parfaite du chiffre d'un avion a encore plus d'importance que pour une automobile, dont la boue ou l'obscurité voilent d'ailleurs si facilement les numéros de circulation.

Il appartient à l'État, chargé d'assurer la sécurité publique, d'intervenir dès le début dans cette question et de ne pas laisser prendre aux aviateurs de fâcheuses habitudes qu'il aurait beaucoup de peine à combattre par la suite.

Nous sommes donc amenés à envisager tout d'abord la constitution d'une *police aérienne* composée d'agents spéciaux montés sur appareils très rapides, capables de poursuivre et de rejoindre les délinquants, avec droit de prescrire un atterrissage immédiat pour visiter l'aéronef suspect ou contrevenant aux règlements établis (pas de numéros, feux éteints, etc.). Les avions policiers posséderont de puissants projecteurs, des postes de T. S. F. en accord avec ceux de terre, des appareils photographiques appropriés aux besoins de leur service, etc.

Des centres de surveillance aérienne seront créés en certains points du territoire, en particulier sur les hauteurs, près des frontières, le long des côtes, etc.

Ils rempliront à la fois le rôle d'observatoires, de phares, de garages pour aéronefs policiers, de postes douaniers.

Toute une organisation nouvelle est à fonder sur cette base.

Pour faciliter la surveillance des frontières et empêcher l'observation des ouvrages militaires, des « zones interdites » seront probablement créées.

Mais comment déterminera-t-on leurs limites ?

Le champ d'observation s'élargissant avec l'altitude, la plus petite distance à laquelle les aéronefs devront se tenir éloignés de ces « zones interdites » sera telle *qu'il soit impossible, dans les meilleures conditions atmosphériques probables, de faire une observation profitable au moyen des plus puissants instruments d'optique emportés à bord (lunettes, appareils téléphotographiques, etc.).*

De chaque côté des frontières et le long des passages autorisés seront alors disposés des postes douaniers dans lesquels tout appareil venant de l'étranger sera obligé d'atterrir.

* *

Pour éviter la contrebande au cours du voyage par projection hors de l'aéronef de marchandises prohibées, les paquebots des compagnies de transports aériens subiront une visite *au départ* et une contre-vérification à l'arrivée sur les livrets de bord.

Quant aux particuliers, la règle suivante pourrait être adoptée : tout aéronef qui atterrira pour une raison quelconque hors des emplacements officiellement désignés ne pourra repartir que lorsque l'autorité qualifiée la plus voisine (dans chaque commune de France, le maire ou son représentant, le garde champêtre, etc., par exemple), aura visé son « livret de bord ».

Cette mesure permettra de faire toutes les constatations utiles concernant l'appareil lui-même et son personnel,

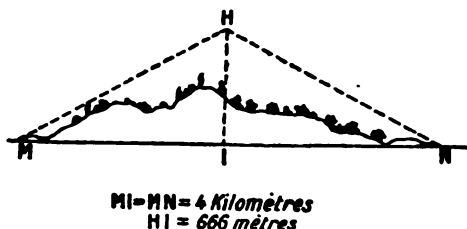
ainsi que de dresser les rapports et procès-verbaux consécutifs à tout arrêt en terrain non approprié.

Ainsi se justifie la création d'un *livret de bord national et international* indiquant les caractéristiques de l'aéronef et permettant d'enregistrer éventuellement en cours de voyage les observations et visas des autorités compétentes, de même que l'obtention par les pilotes ou propriétaires de machines volantes d'un *livret individuel de circulation aérienne*.

D'autres règles seront établies dans l'intérêt de la sécurité publique, par exemple : défense de survoler les villes, agglomérations, etc., à certaines hauteurs ou au dedans d'un certain périmètre (1).

Et peut-être verrons-nous dans un avenir prochain à côté des écriteaux portant : « Automobiles, vitesse maximum

(1) Ces limites seront déterminées d'après les considérations suivantes :



Soit une ville en perspective dont MN est la plus grande longueur.

Si l'avion A plane au $\frac{1}{6}$, la hauteur minimum à laquelle il doit se trouver au-dessus de cette ville, pour atterrir dans tous les cas hors de ses limites est telle que :

$$h = \frac{MN}{12}$$

Si MN = 8 kilomètres par exemple, l'avion ne devra pas la traverser à moins de :

$$\frac{8}{12}, \text{ soit } 666 \text{ mètres sans vent.}$$

La règle sera évidemment établie pour tous les avions — bons comme mauvais planeurs — absolument comme la vitesse de traversée des agglomérations pour les voitures automobiles a été uniformisée, quel que soit le type du véhicule.

8 kilomètres à l'heure » des panneaux horizontaux avec l'indication :

« Aéronefs : hauteur minimum 1.200 mètres (1) ».

A moins qu'un règlement prévoyant, dédaignant le reproche d'aérophobie rétrograde que ne manqueront pas de lui adresser les intéressés, n'écarte à tout jamais de la tête des infortunés terriens traqués dans leurs derniers refuges cette menace perpétuelle qu'est la chute verticale du tout ou partie d'une machine volante, en interdisant d'une façon formelle le vol au-dessus des paisibles cités.

Quant à la propriété privée, va-t-elle être livrée sans défense à l'investigation des voyageurs ailés? Et l'infortuné citadin qui espérait enfin trouver derrière ses murs, ses grilles et ses clôtures un peu de calme et de repos, à l'abri des gêneurs et loin des grandes villes, sera-t-il obligé de fuir dans les entrailles de la terre à la recherche d'un silence et d'une quiétude qui auront à jamais déserté la surface du globe? L'excès de civilisation nous ramènera-t-il en arrière et verrons-nous renaître l'homme des cavernes, le troglodyte des premiers âges, l'hôte des grottes et des catacombes?

C'est qu'il semble bien difficile de trouver une solution pratique de cette question.

Sans doute, comme pour les « chasses gardées », les « passages interdits au public » et les « panneaux réclames », l'Administration, toujours besogneuse, ne tarderait pas à trouver une source intéressante de revenus dans les redevances que lui verseraient de gros propriétaires pour acquérir le droit d'élever des panneaux :

« Défense de survoler ».

Mais la délimitation de ces « tranches d'air réservées » semble aussi difficile à établir qu'à faire respecter.

(1) Ou plus simplement : 1.200.

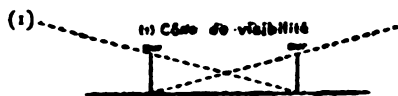
Qu'on interdise aux aéronefs l'accès d'une zone aérienne ayant par exemple comme base la surface même d'un parc et une hauteur quelconque définie ou illimitée, soit ; mais cette mesure ne suffira pas à mettre ce parc à l'abri des vues en hauteur, car jusqu'à la limite extrême de visibilité, un avion tournant autour des murs supposés indéfiniment élevés plongera son regard à l'intérieur de la propriété (1).

Le problème semble donc pratiquement insoluble. De toute façon le droit de jouissance du propriétaire sera bien entamé, et sauf dans des cas d'exception : zones militaires, villes, côtes, etc., la *liberté de l'air* paraît assurée.

Pour éviter les contestations sans nombre qui ne manqueront pas de s'élever entre les avionneurs et les propriétaires des champs dans lesquels un appareil atterrira par nécessité, ne pourrait-on prescrire que dans chaque département sera dressé un état indiquant la valeur des récoltes suivant les saisons.

Le blé, l'orge, l'avoine, les betteraves... valent tant au mètre carré. Il suffira de faire constater la surface endommagée et de verser aussitôt l'indemnité correspondante. C'est une sage mesure que l'autorité militaire avait adoptée pour ses pilotes et qui a donné les meilleurs résultats. Le travail des tribunaux s'en trouverait allégé d'autant.

D'ailleurs, pour protéger les voyageurs aériens contre les exigences des « profiteurs » en cas de panne et prémunir ces derniers contre la tentation d'émettre des prétentions exagérées qui nuiraient au développement de la navigation aérienne, ne sera-t-il pas sage d'établir que les dommages demandés en cas d'accidents matériels (cultures, bétail, etc.) ne dépasseront jamais la valeur cou-



rante ⁽¹⁾ de l'objet détérioré ? Cette précaution, qui paraîtra exagérée à ceux qui ne sont pas encore tombés du ciel entre les mains du rapace « terrien » ne leur semblera plus que fort raisonnable quand la fâcheuse panne les aura touchés de son aile.

C'est ici d'ailleurs que les compagnies d'assurances interviendront ; elles prendront en main les intérêts des malheureux particuliers voués à l'exploitation générale et sauront certainement les défendre avec le poids et la compétence qui leur sont habituels.

* * *

Ainsi composée d'aéronefs puissants et sûrs, sous l'égide protectrice de lois sages et d'accords respectés de tous, la flotte aérienne s'envolera pour conquérir le monde.

Par elle une transformation profonde dans les conditions de l'existence ne manquera pas de s'opérer à la surface du globe. Dans la nouvelle voie qui lui est si largement ouverte par la science, l'humanité va s'élancer vers de nouvelles conquêtes.

Nous entrevoyons déjà l'époque où les machines volantes, mues par des sources d'énergie infiniment plus puissantes que nos moteurs actuels, s'élèveront, se maintiendront verticalement dans les airs, tout en atteignant des vitesses de 300 à 400 kilomètres à l'heure.

Et ce qui n'était hier qu'un rêve deviendra la réalité de demain... Ainsi va le progrès : à tire-d'aile.

Janvier-Mars 1918.

(1) Établie d'après les barèmes régionaux.

TABLE DES GRAVURES HORS TEXTE

	Pages
Moteur rotatif, sur banc d'essai	4
Un moteur rotatif	4
Faute de place....	12
La suite d'un atterrissage involontaire	12
Une revue d'avions sur un aérodrome	16
Aux confins du désert	80
Dans l'Extrême-Sud algérien	80
Dans le Sud tunisien	84
Un aspect du bled vu du haut d'un avion	92
Un aspect des dunes aux sables mouvants	92
Photographies aériennes	96
Vues d'une ville prises sous des aspects différents	112
Aéro-port et terrain d'atterrissage	144
Les côtes offrent de précieux avantages pour la navigation aérienne...	144
M. d'Aubigny, député, président de la Commission interminis- térielle de l'Aéronautique civile, vice-président de la Commis- sion de l'Armée	160

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
PRÉFACE	vii

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE	I. — Les progrès de l'aviation	1
—	II. — La poste aérienne	20
—	III. — Le tourisme aérien.	65

DEUXIÈME PARTIE

—	IV. — L'aviation coloniale	79
—	V. — Organisation d'une ligne aérienne reliant l'Algérie à nos colonies de l'Afrique Occidentale.	101
—	VI. — Aéronautique maritime	143
—	VII. — Les aéro-lignes internationales de l'avenir.	156
—	VIII. — Réglementation de la circulation aérienne.	174
TABLE DES GRAVURES HORS TEXTE		183

LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRULT

PARIS, 5-7, rue des Beaux-Arts — rue des Glacis, 18, NANCY

- Quand le Soleil est-il à l'Est ? A ceux qui courent ou volent sous le Soleil.** Pour combattre une erreur trop répandue, par L. PIARRON DE MONDESIR, colonel du génie breveté. 1910. Brochure in-8, avec 19 figures et 1 planche. 2 fr.
- Évaluation des Distances. Reconnaissance des objectifs et du terrain,** par le général PANCIN. 6^e tirage. 1918. Brochure in-8 de 50 pages, avec une planche hors texte. 75 c.
- Boussole et Direction. Causerie pratique faite aux officiers de son régiment,** par le capitaine d'infanterie G. MONDEL. 2^e édition. 1918. Grand in-8, avec 14 figures et 2 cartes, broché. 1 fr. 50
- Les Applications de la Télégraphie sans fil. Traité pratique pour la réception des signaux horaires et des radiotélégrammes météorologiques,** par G. ROTNÉ, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy. 4^e édition. 1918. Un volume in-8 étroit, avec 67 figures, relié en percaline. 4 fr.
- La Télégraphie sans fil et les Ondes électriques,** par J. BOULANGER, colonel du génie en retraite, et G. FERRÉ, chef de bataillon du génie. 8^e édition. 1917. Volume in-8 de 487 pages, avec 255 figures. 10 fr.
Relié en percaline. 12 fr.
- La Conquête de l'air. Le Problème de la locomotion aérienne. Le Ballon dirigeable,** par le capitaine breveté L. SAZERAC DE FORGE. Avec préface de l'ingénieur H. JULLIOT, créateur du *Lebaudy* et du *Patrie*. 2^e édition, entièrement refondue et mise à jour. 1910. Un volume grand in-8 de 625 pages, avec 269 instantanés, figures et portraits, broché. 12 fr. 50
- L'Homme s'envole. Le passé, le présent et l'avenir de l'Aviation,** par le capitaine breveté L. SAZERAC DE FORGE. 1910. Volume in-8 de 101 pages, avec 42 figures, broché. 1 fr. 25
- Mes Premières Impressions d'Aviateur (juin 1911),** par le même. Brochure in-12. 1 fr.
- Nice-Gorgone en Aéroplane (5 mars 1911),** par le lieutenant BACUX. Brochure in-12, avec un portrait et une carte. 1 fr.
- Armées modernes et Flottes aériennes,** par J. CHALLIAT, chef d'escadron d'artillerie, direction de Vincennes. 1911. Un volume in-8, avec 19 figures, broché. 1 fr. 50
- L'Aviation aux Armées et aux Colonies, et autres questions militaires actuelles,** par le général H. FRY, ancien commandant en chef de corps expéditionnaire. 1911. Un volume in-8, broché. 3 fr. 50
- L'Aviation d'Artillerie. Résumé d'une conférence faite par le capitaine CHARNET au Cercle militaire de Paris, à la Réunion des officiers de réserve d'artillerie.** 1912. Brochure in-8. 50 c.
- Les Cerfs-Volants observatoires,** par C. ROMAIN, chef d'escadron d'artillerie. 1912. Brochure in-8, avec 12 figures. 75 c.
- Cerfs-Volants militaires,** par J.-Th. SACCOTTE, capitaine du génie. 1909. Un volume in-8 de 100 pages, avec 37 figures, broché. 2 fr. 50
- Le Vol ramé et les formes de l'aile,** par le commandant L. TROUVENY. Mémoire reçu par l'Académie des Sciences le 5 avril 1909. In-8, 35 pages, avec 17 figures dans le texte, broché. 1 fr. 25
- Essai sur l'utilisation du Dirigeable et de l'Aéroplane en campagne,** par le commandant BASSIÈRE DES HORTS. 1910. Grand in-8, broché. 1 fr.
- Les Ballons dirigeables. Théorie. Applications,** par E. GIRAUD et A. DE ROUVILLE, élèves ingénieurs des Ponts et Chaussées, officiers de réserve du génie. 2^e édition, augmentée des annexes : Le ballon *Lebaudy* — Le ballon *Patrie*, par le commandant VOYEN. Nouveau tirage. 1909. Un volume in-8 de 386 pages, avec 174 figures, broché. 5 fr.
- De la Restitution du plan au moyen de la téléphotographie en ballon,** par L. PEZZAT, capitaine du génie. 1907. In-8 de 80 pages, avec 37 figures, broché. 2 fr.
- Automobiles, Camions et Tracteurs. Principes et utilisation,** par L. DE MONTGRAND, lieutenant au 13^e d'artillerie (du service technique automobile). 12^e édition. 1918. Volume in-8, avec 145 figures et 12 planches. 7 fr. 50
Relié en percaline souple. 9 fr. 50
- Abréviations et Signes topographiques en usage dans les documents militaires allemands,** par G. RÖDERER et A. GUTH, interprètes militaires de réserve. 1913. Un volume in-8 de 87 pages, avec figures, broché. 1 fr. 50
- Les Abréviations et Signes abrégatifs usités dans l'armée anglaise,** à l'usage des officiers en général et des officiers interprètes en particulier, par Jean BIERZ, officier interprète. 1915. Un volume in-8 étroit. 1 fr. 50

LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRHAULT

PARIS, 5-7, rue des Deux-Arts — rue des Grands, 19, NANCY

- Le Premier « As » :** Pigeon, par Paul FINEGEMER. Préface du colonel aviateur Gues, député de Doubs, 1918. Volume in-12, avec 16 photographies hors texte 3 fr. 50
- La Bataille de l'Air,** par Denis VIOLETT, ancien ministre, ancien sous-secrétaire d'Etat à l'Aviation. 1918. Volume in-16 Jésus 90 c.
- L'Aviation pendant la Guerre,** par Aristide CHATELAIN. Préface de Maurice HANSEN, de l'Académie française. 10^e édition, 1917. Volume in-16, avec 25 photographies, schémas et illustrations des scènes d'hydravions des armées alliées, allemandes 3 fr. 50
- La Guerre aérienne, le rôle de la nouvelle armée,** par Maurice CHATELAIN. 1918. Un volume in-12, avec 24 illustrations 90 c.
- L'Armée de l'Air. Sa préhistoire et sa technique,** par T. 1918. Volume in-16 broché, avec 24 figures et 1 planche 3 fr.
- L'Aviation militaire,** par G. ANAT. 1^{re} édition, revue et corrigée, 1918. Un volume in-16 de 216 pages, avec 26 fig. et 2 planches hors texte, broché . . . 4 fr.
- Avionnerie militaire, par G. ANAT. Publications inédites. Inscrivements de matières pour avions militaires. Le commandement. Le commandement. L'aviation. L'aviation de guerre de l'air. 10^e édition, 1918. Un volume in-16, avec 31 fig., broché . . 3 fr.**
- Instructions-Manuel de l'Aéronautique militaire,** 1918. Volume in-16 broché de 200 pages, avec 25 croquis, broché 3 fr. 75
- L'Aviation. Ses Débats, Son Développement. De 1903 à 1918. De 1918 à 1919. De 1919 à 1920. De 1920 à 1921. De 1921 à 1922. De 1922 à 1923. De 1923 à 1924. De 1924 à 1925. De 1925 à 1926. De 1926 à 1927. De 1927 à 1928. De 1928 à 1929. De 1929 à 1930. De 1930 à 1931. De 1931 à 1932. De 1932 à 1933. De 1933 à 1934. De 1934 à 1935. De 1935 à 1936. De 1936 à 1937. De 1937 à 1938. De 1938 à 1939. De 1939 à 1940. De 1940 à 1941. De 1941 à 1942. De 1942 à 1943. De 1943 à 1944. De 1944 à 1945. De 1945 à 1946. De 1946 à 1947. De 1947 à 1948. De 1948 à 1949. De 1949 à 1950. De 1950 à 1951. De 1951 à 1952. De 1952 à 1953. De 1953 à 1954. De 1954 à 1955. De 1955 à 1956. De 1956 à 1957. De 1957 à 1958. De 1958 à 1959. De 1959 à 1960. De 1960 à 1961. De 1961 à 1962. De 1962 à 1963. De 1963 à 1964. De 1964 à 1965. De 1965 à 1966. De 1966 à 1967. De 1967 à 1968. De 1968 à 1969. De 1969 à 1970. De 1970 à 1971. De 1971 à 1972. De 1972 à 1973. De 1973 à 1974. De 1974 à 1975. De 1975 à 1976. De 1976 à 1977. De 1977 à 1978. De 1978 à 1979. De 1979 à 1980. De 1980 à 1981. De 1981 à 1982. De 1982 à 1983. De 1983 à 1984. De 1984 à 1985. De 1985 à 1986. De 1986 à 1987. De 1987 à 1988. De 1988 à 1989. De 1989 à 1990. De 1990 à 1991. De 1991 à 1992. De 1992 à 1993. De 1993 à 1994. De 1994 à 1995. De 1995 à 1996. De 1996 à 1997. De 1997 à 1998. De 1998 à 1999. De 1999 à 2000. De 2000 à 2001. De 2001 à 2002. De 2002 à 2003. De 2003 à 2004. De 2004 à 2005. De 2005 à 2006. De 2006 à 2007. De 2007 à 2008. De 2008 à 2009. De 2009 à 2010. De 2010 à 2011. De 2011 à 2012. De 2012 à 2013. De 2013 à 2014. De 2014 à 2015. De 2015 à 2016. De 2016 à 2017. De 2017 à 2018. De 2018 à 2019. De 2019 à 2020. De 2020 à 2021. De 2021 à 2022. De 2022 à 2023. De 2023 à 2024. De 2024 à 2025. De 2025 à 2026. De 2026 à 2027. De 2027 à 2028. De 2028 à 2029. De 2029 à 2030. De 2030 à 2031. De 2031 à 2032. De 2032 à 2033. De 2033 à 2034. De 2034 à 2035. De 2035 à 2036. De 2036 à 2037. De 2037 à 2038. De 2038 à 2039. De 2039 à 2040. De 2040 à 2041. De 2041 à 2042. De 2042 à 2043. De 2043 à 2044. De 2044 à 2045. De 2045 à 2046. De 2046 à 2047. De 2047 à 2048. De 2048 à 2049. De 2049 à 2050. De 2050 à 2051. De 2051 à 2052. De 2052 à 2053. De 2053 à 2054. De 2054 à 2055. De 2055 à 2056. De 2056 à 2057. De 2057 à 2058. De 2058 à 2059. De 2059 à 2060. De 2060 à 2061. De 2061 à 2062. De 2062 à 2063. De 2063 à 2064. De 2064 à 2065. De 2065 à 2066. De 2066 à 2067. De 2067 à 2068. De 2068 à 2069. De 2069 à 2070. De 2070 à 2071. De 2071 à 2072. De 2072 à 2073. De 2073 à 2074. De 2074 à 2075. De 2075 à 2076. De 2076 à 2077. De 2077 à 2078. De 2078 à 2079. De 2079 à 2080. De 2080 à 2081. De 2081 à 2082. De 2082 à 2083. De 2083 à 2084. De 2084 à 2085. De 2085 à 2086. De 2086 à 2087. De 2087 à 2088. De 2088 à 2089. De 2089 à 2090. De 2090 à 2091. De 2091 à 2092. De 2092 à 2093. De 2093 à 2094. De 2094 à 2095. De 2095 à 2096. De 2096 à 2097. De 2097 à 2098. De 2098 à 2099. De 2099 à 2100. De 2100 à 2101. De 2101 à 2102. De 2102 à 2103. De 2103 à 2104. De 2104 à 2105. De 2105 à 2106. De 2106 à 2107. De 2107 à 2108. De 2108 à 2109. De 2109 à 2110. De 2110 à 2111. De 2111 à 2112. De 2112 à 2113. De 2113 à 2114. De 2114 à 2115. De 2115 à 2116. De 2116 à 2117. De 2117 à 2118. De 2118 à 2119. De 2119 à 2120. De 2120 à 2121. De 2121 à 2122. De 2122 à 2123. De 2123 à 2124. De 2124 à 2125. De 2125 à 2126. De 2126 à 2127. De 2127 à 2128. De 2128 à 2129. De 2129 à 2130. De 2130 à 2131. De 2131 à 2132. De 2132 à 2133. De 2133 à 2134. De 2134 à 2135. De 2135 à 2136. De 2136 à 2137. De 2137 à 2138. De 2138 à 2139. De 2139 à 2140. De 2140 à 2141. De 2141 à 2142. De 2142 à 2143. De 2143 à 2144. De 2144 à 2145. De 2145 à 2146. De 2146 à 2147. De 2147 à 2148. De 2148 à 2149. De 2149 à 2150. De 2150 à 2151. De 2151 à 2152. De 2152 à 2153. De 2153 à 2154. De 2154 à 2155. De 2155 à 2156. De 2156 à 2157. De 2157 à 2158. De 2158 à 2159. De 2159 à 2160. De 2160 à 2161. De 2161 à 2162. De 2162 à 2163. De 2163 à 2164. De 2164 à 2165. De 2165 à 2166. De 2166 à 2167. De 2167 à 2168. De 2168 à 2169. De 2169 à 2170. De 2170 à 2171. De 2171 à 2172. De 2172 à 2173. De 2173 à 2174. De 2174 à 2175. De 2175 à 2176. De 2176 à 2177. De 2177 à 2178. De 2178 à 2179. De 2179 à 2180. De 2180 à 2181. De 2181 à 2182. De 2182 à 2183. De 2183 à 2184. De 2184 à 2185. De 2185 à 2186. De 2186 à 2187. De 2187 à 2188. De 2188 à 2189. De 2189 à 2190. De 2190 à 2191. De 2191 à 2192. De 2192 à 2193. De 2193 à 2194. De 2194 à 2195. De 2195 à 2196. De 2196 à 2197. De 2197 à 2198. De 2198 à 2199. De 2199 à 2200. De 2200 à 2201. De 2201 à 2202. De 2202 à 2203. De 2203 à 2204. De 2204 à 2205. De 2205 à 2206. De 2206 à 2207. De 2207 à 2208. De 2208 à 2209. De 2209 à 2210. De 2210 à 2211. De 2211 à 2212. De 2212 à 2213. De 2213 à 2214. De 2214 à 2215. De 2215 à 2216. De 2216 à 2217. De 2217 à 2218. De 2218 à 2219. De 2219 à 2220. De 2220 à 2221. De 2221 à 2222. De 2222 à 2223. De 2223 à 2224. De 2224 à 2225. De 2225 à 2226. De 2226 à 2227. De 2227 à 2228. De 2228 à 2229. De 2229 à 2230. De 2230 à 2231. De 2231 à 2232. De 2232 à 2233. De 2233 à 2234. De 2234 à 2235. De 2235 à 2236. De 2236 à 2237. De 2237 à 2238. De 2238 à 2239. De 2239 à 2240. De 2240 à 2241. De 2241 à 2242. De 2242 à 2243. De 2243 à 2244. De 2244 à 2245. De 2245 à 2246. De 2246 à 2247. De 2247 à 2248. De 2248 à 2249. De 2249 à 2250. De 2250 à 2251. De 2251 à 2252. De 2252 à 2253. De 2253 à 2254. De 2254 à 2255. De 2255 à 2256. De 2256 à 2257. De 2257 à 2258. De 2258 à 2259. De 2259 à 2260. De 2260 à 2261. De 2261 à 2262. De 2262 à 2263. De 2263 à 2264. De 2264 à 2265. De 2265 à 2266. De 2266 à 2267. De 2267 à 2268. De 2268 à 2269. De 2269 à 2270. De 2270 à 2271. De 2271 à 2272. De 2272 à 2273. De 2273 à 2274. De 2274 à 2275. De 2275 à 2276. De 2276 à 2277. De 2277 à 2278. De 2278 à 2279. De 2279 à 2280. De 2280 à 2281. De 2281 à 2282. De 2282 à 2283. De 2283 à 2284. De 2284 à 2285. De 2285 à 2286. De 2286 à 2287. De 2287 à 2288. De 2288 à 2289. De 2289 à 2290. De 2290 à 2291. De 2291 à 2292. De 2292 à 2293. De 2293 à 2294. De 2294 à 2295. De 2295 à 2296. De 2296 à 2297. De 2297 à 2298. De 2298 à 2299. De 2299 à 2300. De 2300 à 2301. De 2301 à 2302. De 2302 à 2303. De 2303 à 2304. De 2304 à 2305. De 2305 à 2306. De 2306 à 2307. De 2307 à 2308. De 2308 à 2309. De 2309 à 2310. De 2310 à 2311. De 2311 à 2312. De 2312 à 2313. De 2313 à 2314. De 2314 à 2315. De 2315 à 2316. De 2316 à 2317. De 2317 à 2318. De 2318 à 2319. De 2319 à 2320. De 2320 à 2321. De 2321 à 2322. De 2322 à 2323. De 2323 à 2324. De 2324 à 2325. De 2325 à 2326. De 2326 à 2327. De 2327 à 2328. De 2328 à 2329. De 2329 à 2330. De 2330 à 2331. De 2331 à 2332. De 2332 à 2333. De 2333 à 2334. De 2334 à 2335. De 2335 à 2336. De 2336 à 2337. De 2337 à 2338. De 2338 à 2339. De 2339 à 2340. De 2340 à 2341. De 2341 à 2342. De 2342 à 2343. De 2343 à 2344. De 2344 à 2345. De 2345 à 2346. De 2346 à 2347. De 2347 à 2348. De 2348 à 2349. De 2349 à 2350. De 2350 à 2351. De 2351 à 2352. De 2352 à 2353. De 2353 à 2354. De 2354 à 2355. De 2355 à 2356. De 2356 à 2357. De 2357 à 2358. De 2358 à 2359. De 2359 à 2360. De 2360 à 2361. De 2361 à 2362. De 2362 à 2363. De 2363 à 2364. De 2364 à 2365. De 2365 à 2366. De 2366 à 2367. De 2367 à 2368. De 2368 à 2369. De 2369 à 2370. De 2370 à 2371. De 2371 à 2372. De 2372 à 2373. De 2373 à 2374. De 2374 à 2375. De 2375 à 2376. De 2376 à 2377. De 2377 à 2378. De 2378 à 2379. De 2379 à 2380. De 2380 à 2381. De 2381 à 2382. De 2382 à 2383. De 2383 à 2384. De 2384 à 2385. De 2385 à 2386. De 2386 à 2387. De 2387 à 2388. De 2388 à 2389. De 2389 à 2390. De 2390 à 2391. De 2391 à 2392. De 2392 à 2393. De 2393 à 2394. De 2394 à 2395. De 2395 à 2396. De 2396 à 2397. De 2397 à 2398. De 2398 à 2399. De 2399 à 2400. De 2400 à 2401. De 2401 à 2402. De 2402 à 2403. De 2403 à 2404. De 2404 à 2405. De 2405 à 2406. De 2406 à 2407. De 2407 à 2408. De 2408 à 2409. De 2409 à 2410. De 2410 à 2411. De 2411 à 2412. De 2412 à 2413. De 2413 à 2414. De 2414 à 2415. De 2415 à 2416. De 2416 à 2417. De 2417 à 2418. De 2418 à 2419. De 2419 à 2420. De 2420 à 2421. De 2421 à 2422. De 2422 à 2423. De 2423 à 2424. De 2424 à 2425. De 2425 à 2426. De 2426 à 2427. De 2427 à 2428. De 2428 à 2429. De 2429 à 2430. De 2430 à 2431. De 2431 à 2432. De 2432 à 2433. De 2433 à 2434. De 2434 à 2435. De 2435 à 2436. De 2436 à 2437. De 2437 à 2438. De 2438 à 2439. De 2439 à 2440. De 2440 à 2441. De 2441 à 2442. De 2442 à 2443. De 2443 à 2444. De 2444 à 2445. De 2445 à 2446. De 2446 à 2447. De 2447 à 2448. De 2448 à 2449. De 2449 à 2450. De 2450 à 2451. De 2451 à 2452. De 2452 à 2453. De 2453 à 2454. De 2454 à 2455. De 2455 à 2456. De 2456 à 2457. De 2457 à 2458. De 2458 à 2459. De 2459 à 2460. De 2460 à 2461. De 2461 à 2462. De 2462 à 2463. De 2463 à 2464. De 2464 à 2465. De 2465 à 2466. De 2466 à 2467. De 2467 à 2468. De 2468 à 2469. De 2469 à 2470. De 2470 à 2471. De 2471 à 2472. De 2472 à 2473. De 2473 à 2474. De 2474 à 2475. De 2475 à 2476. De 2476 à 2477. De 2477 à 2478. De 2478 à 2479. De 2479 à 2480. De 2480 à 2481. De 2481 à 2482. De 2482 à 2483. De 2483 à 2484. De 2484 à 2485. De 2485 à 2486. De 2486 à 2487. De 2487 à 2488. De 2488 à 2489. De 2489 à 2490. De 2490 à 2491. De 2491 à 2492. De 2492 à 2493. De 2493 à 2494. De 2494 à 2495. De 2495 à 2496. De 2496 à 2497. De 2497 à 2498. De 2498 à 2499. De 2499 à 2500. De 2500 à 2501. De 2501 à 2502. De 2502 à 2503. De 2503 à 2504. De 2504 à 2505. De 2505 à 2506. De 2506 à 2507. De 2507 à 2508. De 2508 à 2509. De 2509 à 2510. De 2510 à 2511. De 2511 à 2512. De 2512 à 2513. De 2513 à 2514. De 2514 à 2515. De 2515 à 2516. De 2516 à 2517. De 2517 à 2518. De 2518 à 2519. De 2519 à 2520. De 2520 à 2521. De 2521 à 2522. De 2522 à 2523. De 2523 à 2524. De 2524 à 2525. De 2525 à 2526. De 2526 à 2527. De 2527 à 2528. De 2528 à 2529. De 2529 à 2530. De 2530 à 2531. De 2531 à 2532. De 2532 à 2533. De 2533 à 2534. De 2534 à 2535. De 2535 à 2536. De 2536 à 2537. De 2537 à 2538. De 2538 à 2539. De 2539 à 2540. De 2540 à 2541. De 2541 à 2542. De 2542 à 2543. De 2543 à 2544. De 2544 à 2545. De 2545 à 2546. De 2546 à 2547. De 2547 à 2548. De 2548 à 2549. De 2549 à 2550. De 2550 à 2551. De 2551 à 2552. De 2552 à 2553. De 2553 à 2554. De 2554 à 2555. De 2555 à 2556. De 2556 à 2557. De 2557 à 2558. De 2558 à 2559. De 2559 à 2560. De 2560 à 2561. De 2561 à 2562. De 2562 à 2563. De 2563 à 2564. De 2564 à 2565. De 2565 à 2566. De 2566 à 2567. De 2567 à 2568. De 2568 à 2569. De 2569 à 2570. De 2570 à 2571. De 2571 à 2572. De 2572 à 2573. De 2573 à 2574. De 2574 à 2575. De 2575 à 2576. De 2576 à 2577. De 2577 à 2578. De 2578 à 2579. De 2579 à 2580. De 2580 à 2581. De 2581 à 2582. De 2582 à 2583. De 2583 à 2584. De 2584 à 2585. De 2585 à 2586. De 2586 à 2587. De 2587 à 2588. De 2588 à 2589. De 2589 à 2590. De 2590 à 2591. De 2591 à 2592. De 2592 à 2593. De 2593 à 2594. De 2594 à 2595. De 2595 à 2596. De 2596 à 2597. De 2597 à 2598. De 2598 à 2599. De 2599 à 2600. De 2600 à 2601. De 2601 à 2602. De 2602 à 2603. De 2603 à 2604. De 2604 à 2605. De 2605 à 2606. De 2606 à 2607. De 2607 à 2608. De 2608 à 2609. De 2609 à 2610. De 2610 à 2611. De 2611 à 2612. De 2612 à 2613. De 2613 à 2614. De 2614 à 2615. De 2615 à 2616. De 2616 à 2617. De 2617 à 2618. De 2618 à 2619. De 2619 à 2620. De 2620 à 2621. De 2621 à 2622. De 2622 à 2623. De 2623 à 2624. De 2624 à 2625. De 2625 à 2626. De 2626 à 2627. De 2627 à 2628. De 2628 à 2629. De 2629 à 2630. De 2630 à 2631. De 2631 à 2632. De 2632 à 2633. De 2633 à 2634. De 2634 à 2635. De 2635 à 2636. De 2636 à 2637. De 2637 à 2638. De 2638 à 2639. De 2639 à 2640. De 2640 à 2641. De 2641 à 2642. De 2642 à 2643. De 2643 à 2644. De 2644 à 2645. De 2645 à 2646. De 2646 à 2647. De 2647 à 2648. De 2648 à 2649. De 2649 à 2650. De 2650 à 2651. De 2651 à 2652. De 2652 à 2653. De 2653 à 2654. De 2654 à 2655. De 2655 à 2656. De 2656 à 2657. De 2657 à 2658. De 2658 à 2659. De 2659 à 2660. De 2660 à 2661. De 2661 à 2662. De 2662 à 2663. De 2663 à 2664. De 2664 à 2665. De 2665 à 2666. De 2666 à 2667. De 2667 à 2668. De 2668 à 2669. De 2669 à 2670. De 2670 à 2671. De 2671 à 2672. De 2672 à 2673. De 2673 à 2674. De 2674 à 2675. De 2675 à 2676. De 2676 à 2677. De 2677 à 2678. De 2678 à 2679. De 2679 à 2680. De 2680 à 2681. De 2681 à 2682. De 2682 à 2683. De 2683 à 2684. De 2684 à 2685. De 2685 à 2686. De 2686 à 2687. De 2687 à 2688. De 2688 à 2689. De 2689 à 2690. De 2690 à 2691. De 2691 à 2692. De 2692 à 2693. De 2693 à 2694. De 2694 à 2695. De 2695 à 2696. De 2696 à 2697. De 2697 à 2698. De 2698 à 2699. De 2699 à 2700. De 2700 à 2701. De 2701 à 2702. De 2702 à 2703. De 2703 à 2704. De 2704 à 2705. De 2705 à 2706. De 2706 à 2707. De 2707 à 2708. De 2708 à 2709. De 2709 à 2710. De 2710 à 2711. De 2711 à 2712. De 2712 à 2713. De 2713 à 2714. De 2714 à 2715. De 2715 à 2716. De 2716 à 2717. De 2717 à 2718. De 2718 à 2719. De 2719 à 2720. De 2720 à 2721. De 2721 à 2722. De 2722 à 2723. De 2723 à 2724. De 2724 à 2725. De 2725 à 2726. De 2726 à 2727. De 2727 à 2728. De 2728 à 2729. De 2729 à 2730. De 2730 à 2731. De 2731 à 2732. De 2732 à 2733. De 2733 à 2734. De 2734 à 2735. De 2735 à 2736. De 2736 à 2737. De 2737 à 2738. De 2738 à 2739. De 2739 à 2740. De 2740 à 2741. De 2741 à 2742. De 2742 à 2743. De 2743 à 2744. De 2744 à 2745. De 2745 à 2746. De 2746 à 2747. De 2747 à 2748. De 2748 à 2749. De 2749 à 2750. De 2750 à 2751. De 2751 à 2752. De 2752 à 2753. De 2753 à 2754. De 2754 à 2755. De 2755 à 2756. De 2756 à 2757. De 2757 à 2758. De 2758 à 2759. De 2759 à 2760. De 2760 à 2761. De 2761 à 2762. De 2762 à 2763. De 2763 à 2764. De 2764 à 2765. De 2765 à 2766. De 2766 à 2767. De 2767 à 2768. De 2768 à 2769. De 2769 à 2770. De 2770 à 2771. De 2771 à 2772. De 2772 à 2773. De 2773 à 2774. De 2774 à 2775. De 2775 à 2776. De 2776 à 2777. De 2777 à 2778. De 2778 à 2779. De 2779 à 2780. De 2780 à 2781. De 2781 à 2782. De 2782 à 2783. De 2783 à 2784. De 2784 à 2785. De 2785 à 2786. De 2786 à 2787. De 2787 à 2788. De 2788 à 2789. De 2789 à 2790. De 2790 à 2791. De 2791 à 2792. De 2792 à 2793. De 2793 à 2794. De 2794 à 2795. De 2795 à 2796. De 2796 à 2797. De 2797 à 2798. De 2798 à 2799. De 2799 à 2800. De 2800 à 2801. De 2801 à 2802. De 2802 à 2803. De 2803 à 2804. De 2804 à 2805. De 2805 à 2806. De 2806 à 2807. De 2807 à 2808. De 2808 à 2809. De 2809 à 2810. De 2810 à 2811. De 2811 à**



LIBRARY OF CONGRESS



0 013 505 200 0

